アマからプロまで

ミニ旋盤を使いこなす本

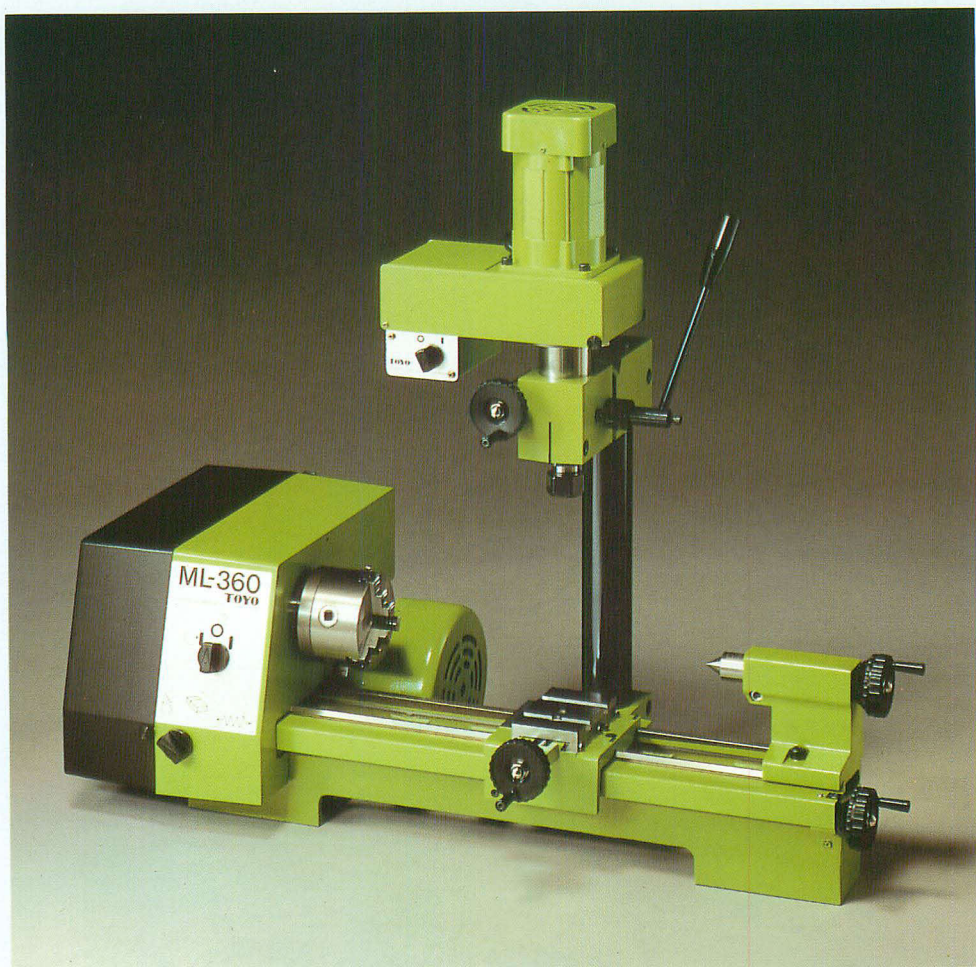
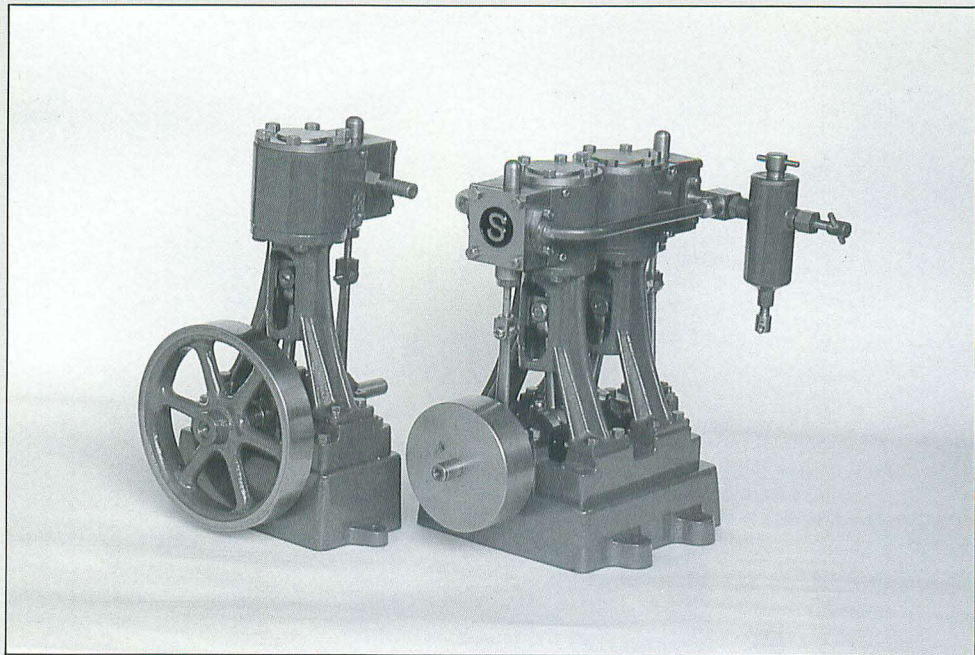
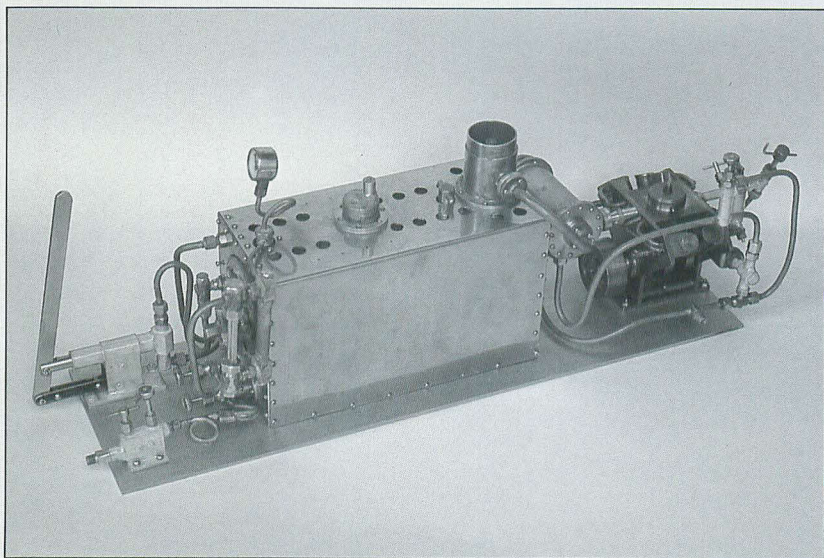
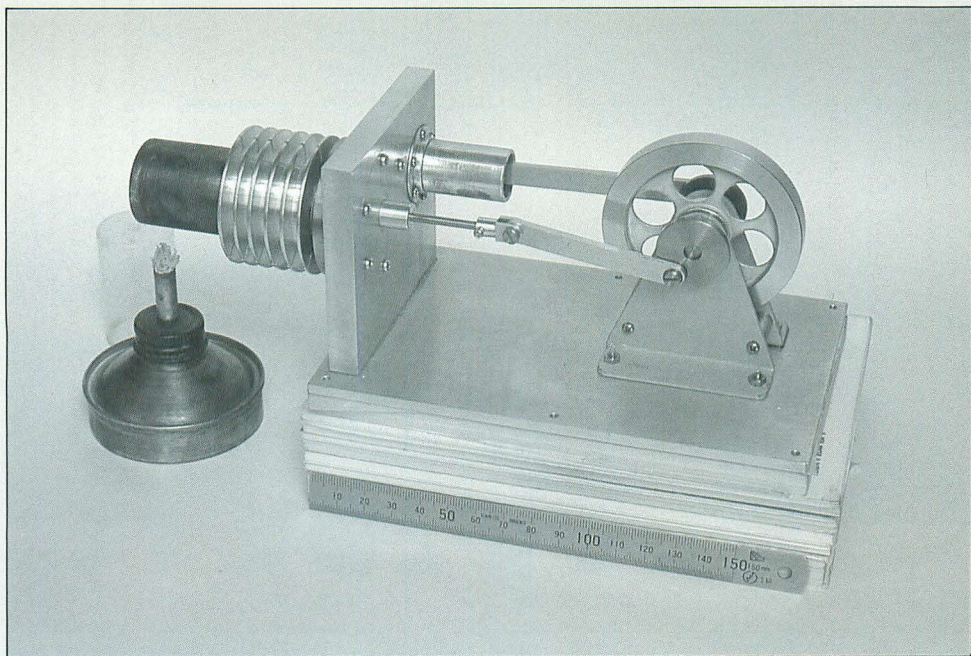
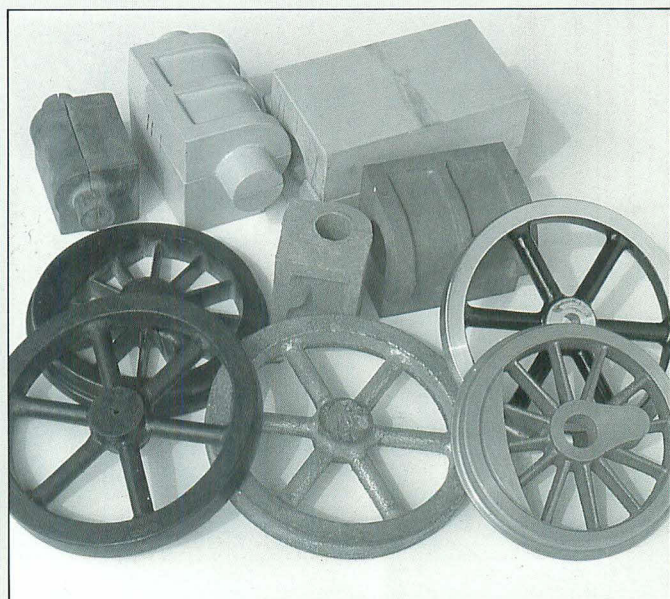
久島諦造

誠文堂新光社

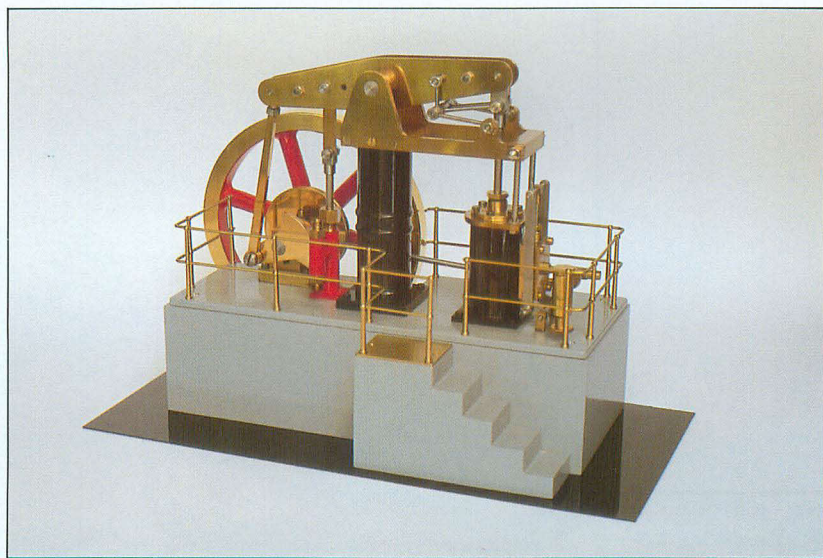
アマからプロまで

ミニ旋盤を使いこなす本

久島諦造

誠文堂新光社

●代表的ミニ旋盤の一つ，トヨＭＬ-360 型．
〔写真提供(株)酒井特殊カメラ製作所〕

作例．スチュアート・ターナー社の鋳鉄材料と図面で著者が製作した，強力な模型蒸気エンジン．高さ150㎜，クランク軸は第16章をごらんください．

作例．模型船用蒸気エンジン．全長500㎜，重量3kg．設計はJ.グンナソン氏，製作著者(一部設計変更)，トヨML-210旋盤使用．

作例．ボイラー不要，排気ガスなし，加熱だけで回転するので最近脚光をあびている，スターリングエンジンの実験機．設計製作とも著者．

作例．自作の木型と鋳物，それを削った作品

●作例．89mmゲージ，ライブスチーム機関車．全長550mm，重量23kg．設計M.エバンス氏，製作著者．

●作例．古典的なビームエンジンの模型(約1/22)．はずみ車の径135mm．設計製作とも著者．

はじめに

ミニ旋盤は見かけ以上の優れた性能と経済性が見直されて急速に普及しています．家庭工作やホビーでは金属加工の主役として，研究開発関係の工作室では大切な部品作りに，そして工場においても補助機械として活躍し，立派に実用機械の仲間入りをしています．

ミニ旋盤の舞台はハイテクを駆使した大量生産とか超高精度の世界ではなく，試行錯誤を繰返し，１個ずつ工夫しながらコツコツと加工する，きわめて人間臭い仕事です．そこには独創的な作品や世界に一つしかない部品を自分の思い通りに作りあげる楽しさ，他からの援助を借りずに自力だけで完成する喜びなどが満ちています．

この本の前半は，使い始めて間もない人々のために，取扱い説明書ではカバーしきれない点を補いつつ，さまざまな道具の使い方や基本的テクニックをなるべく具体的に説明しました．後半は，ある程度経験を積んではいるがもっと利用範囲を広げたいとお考えの人々のために，応用的な使い方とそれに必要なアクセサリーを説明しました．簡単なアクセサリーを使うことで旋盤はさまざまな能力を発揮し何倍にも価値が増えますが，そのアクセサリーまでも自分自身で作り出せる万能工作機械なのです．自作のご参考までに，筆者が製作したものの図面を入れておきました．その結果やたらに「自作」の言葉が目立ちますが，工作の腕を上げる絶好の機会でもありますから，必要が生じた時点で順次に製作されるようおすすめします．

旋盤使用に伴うケガや，機械の損傷に対する注意についてもできるだけの留意はしたつもりですが，いうまでもなく文字で書きつくせるものではありません．一つ一つの基本技術をあせらず着実に練習し，ご自分の機械に慣れてその能力を知り，慎重に操作することがこれらを避ける唯一の手段と思われます．車の運転経験を積んでも注意を怠ると事故を起こすことに似ています．

市場のあらゆるミニ旋盤についての使用例やデータを書けばもっとも公平ですが，もちろん不可能なことですし筆者もそこまでの経験はありませんから，手近にあるミニ旋盤を使って書きました．しかしどの製品でも基本的には同じですか

ら充分お役に立つと信じています．

最後に，小著の出版に協賛していただき，長期間にわたるご協力を賜りました株式会社酒井特殊カメラ製作所のみなさま，惜しみないご協力を下さいました畏友糸屋誠祐氏，出版について快よくご指導ご鞭撻下さいました理学博士渡辺精一氏，実務に関するご指導と便宜を計って下さり，筆者の希望に沿う本に仕上げて下さいました誠文堂新光社黒滝泰男氏に対し，深く感謝の意を表します．なお，文中に引用させていただきました文献はそのページの欄外に記載しましたが，巻末に上げた一覧表の書籍も一般的な参考にさせていただきました．ここにあわせて謝意を表します．

1990年5月

久島　諦造

目　　次

装丁／黒沢恭子

アマからプロまで
ミニ旋盤を使いこなす本

1．ミニ旋盤とは

ミニ旋盤の仕組

ミニ旋盤は構造が簡素ですから，ごらんになればわかりますので簡単に説明します．各部分の名称を覚えて下さい．この本ではなるべく日本語に統一しましたが，日常的に使われている英語名も併記しておきました（図1-1）．

旋盤のベッドに平行な方向をタテ，直角な方向をヨコと呼びます．ですから横送りといえばベッドに直角に，つまり作業者の位置から見て手前または向こうに送ることを表わしています．

ベッドは説明するまでもなく精度と強度を維持する大切な土台です．高級鋳鉄をエージング(枯らし)して研磨仕上げした製品が最良です．

主軸台を貫通して回転しているのが**主軸**で，ミニ旋盤では前後2個の軸受で支えています．中空になっていますから長いままの工作物(丸棒など)を差しこんで加工できます．右端(主軸端)はチャックや面板を取り付けられるよう「ねじこみ式」または「フランジ式」構造になっています(第5章図5-3，5-4参照)．一長一短でどちらが良いとはいえません．貫通穴の右端はテーパー(円錐)になっていて各種のセンターや工具が挿入できます．主軸と軸受はその構造，寸法，材質，貫通穴の太さ等によってがんじょうさが決まり，切削の安定，精度や仕上りの良さなどに大きく影響する重要な部品です．これらが良心的に作られているかいなかによって，同じ大きさの旋盤でもずいぶん切削性能に差があります．

主軸を回す動力は奥にあるモーターで，いろいろな大きさのプーリー(滑車)を備えてベルトを掛け替えることによって主軸の回転速度が変えられます．現在市販されているミニ旋盤は低速から高速まで6～7段階程度です．主軸の回転数が速いほど良い製品と思うのは間違いで，その理由は後に書きますが，旋盤が小さいほど低速が必要なのです．一般にミニ旋盤はいろいろな事情があって最低速の回転が速過ぎます．なお，ごく小型のミニ旋盤には，カーボンブラシの付いたいわゆるユニバーサルモーターを使ったものがありますが，バイトが工作物にふれて負荷がかかった途端に回転速度が落ちるので大変使いにくいものです．誘導型モーターの方が回転が平均して使いやすいのです．

心押し台(図1-2) の本体は丈夫な鋳物でできていて，**心押し軸**が貫通していま

モーター
送りレバー
プーリーカバー
クイル
起動スイッチ
上下微動ハンドル
コレットチャックホルダー
モーター
三爪チャック
主軸台（ヘッドストック）
起動、正逆スイッチ
クラッチつまみ
プーリーカバー
横送りハンドル
往復台（サドル、キャリエージ）
ベッド
親ねじ（リードスクリュウ）
刃物台
複式刃物台（トップスライド、コンパウンドスライド）
横送り台（クロススライド）
心押し軸固定センター
心押し軸（スピンドル、バレル）
心押し軸固定ねじ
心押し台（テールストック、押しコップ）
心押し軸送りハンドル
心押し台固定ねじ
縦送りハンドル
（親ねじハンドル）

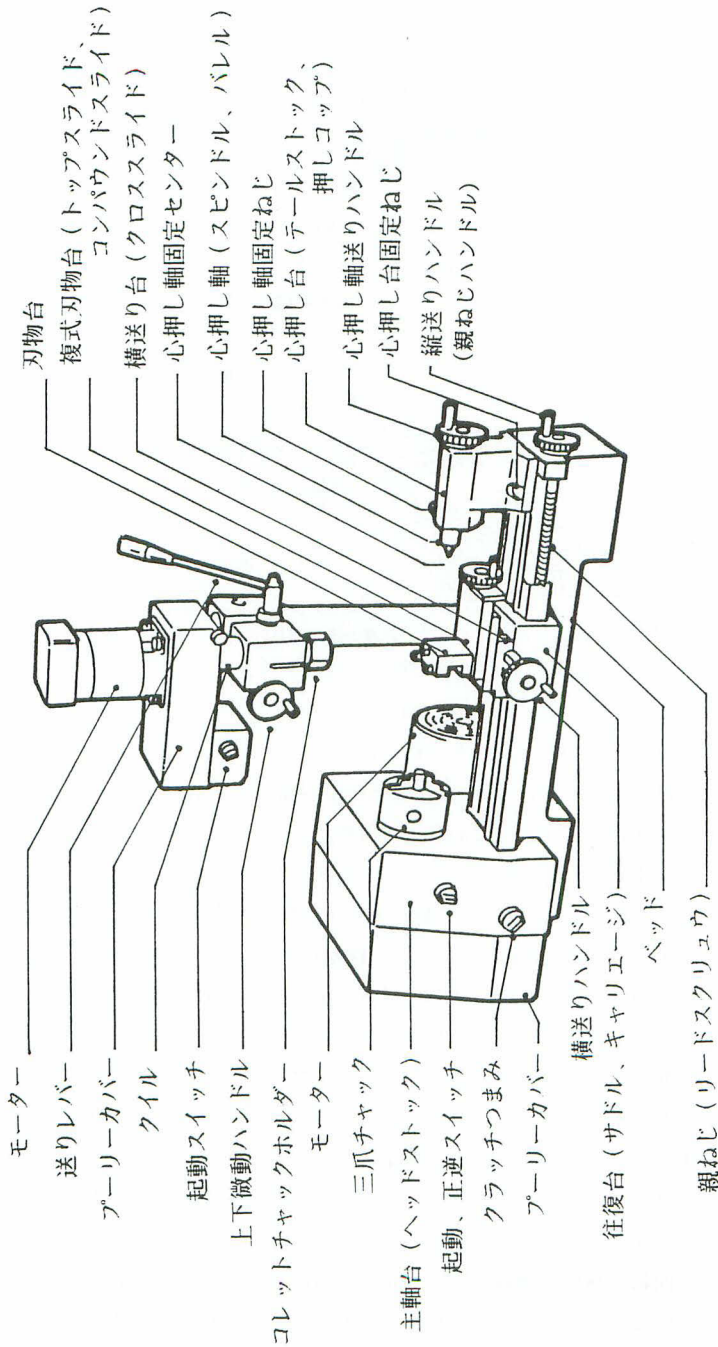



図1-1

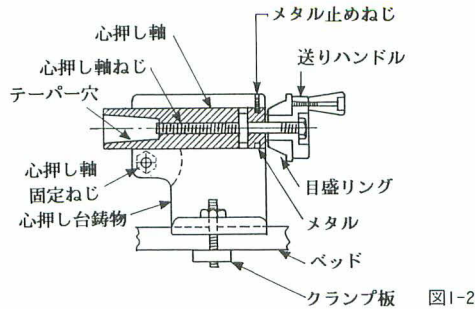



図1-2

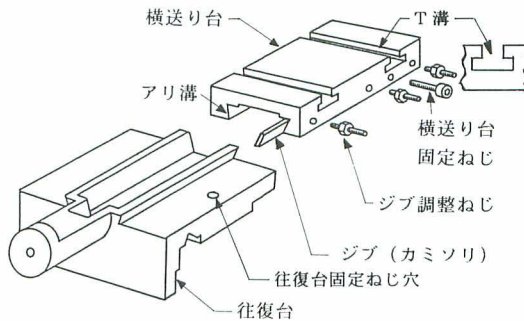



図1-3

す．その左端にはいろいろな工具をはめられるテーパー穴があいていて，その中心は主軸の中心に一致しています(厳密にはわずか高くしてあります)．心押し台は，加工目的に合わせて工具をはめ替えて保持する，バイトに押されて工作物が逃げるのを防いで安定した切削をする，などの大切な脇役をつとめます．

往復台(図1-3)はベッドに密着して動きます．手前にたれ下がっている板(エプロンといいます)の内側に固定したナットが**親ねじ**と噛(か)み合っているので,縦送りハンドル(親ねじハンドル)を回してベッド上を動かすのです(縦送り)．そして必要な時は任意の位置でしっかり固定できます．また往復台は横送り台の土台の役目をしています．**横送り台**はアリ溝(図1-3) で往復台にしっかり結合されていて,横送りハンドルを回すと横方向つまり作業者から見て前後方向に精密に動かすことができます．横送り台の上面には逆T型の溝(T溝)が切ってあり，刃物台その他のアクセサリーをねじ止めできます．ついでに，横送り台そのものを刃物台と呼ぶことがありますが正しくないので，この本でははっきり区別して呼びます．

横送り台の上には**複式刃物台**を固定します．角度目盛の付いた旋回台に乗っていて，旋盤の中心軸に対して自由な角度にバイトを動かせます．複式刃物台をテ

ーパーアタチメントと呼んでいる例もありますが，普通旋盤用テーパーアタチメント（まったく構造が違う）と非常にまぎらわしいので，この本では正しく複式刃物台と書きます．

刃物台は文字通り刃物を固定する台です．図1-1には一番簡単な，バイトを1本だけつけられる**単式刃物台**を書いてありますが，4本のバイトを仕事に応じて選ぶ能率的な**四角刃物台**や，バイトの刃先高さの調節を楽にできる**クイックチェンジ刃物台**（第3章参照）などもあります．

縦送りハンドルと横送りハンドルを使ってバイトを前後左右に自在に動かすのですが，以上でおわかりのように，ベッドからバイトまでは何階もの積み重ね構造になっていますから，各階ごとの誤差や遊びは次々に上の階に伝わって累積されていろいろな切削のトラブルを引き起こします．このために各階の間をしっかりと結合して，しかもガタつかずに滑るようにアリ構造にしてあるのです．摩耗してもカミソリ（といっても切れるわけではなく，形が似ているからこう呼ばれるのです）の押し具合で修正できるのです．最近のミニ旋盤は送りハンドルの遊びも調節できる構造が普通です．どんなに高価な旋盤でもこれらの調整を怠ると良い仕事ができません．次章をごらん下さい．

ミーリングアタチメント

図1-1の中央に立っているのがミーリングアタチメントです．ボール盤に似ていますが一層丈夫な構造にして，回転を低速側に広げて設計されています．コレットチャックでエンドミル，メタルソー，各種のカッターなどをくわえてミーリング仕事ができます．柱にそって全体（ミーリングヘッドという）を大きく上下でき，さらに，上下微動ハンドルでクイルの上下微動ができます（一目盛25/1000ミリ）．横送り台の上に工作物を固定して前後左右に動かし，穴あけやミーリング加工ができます．上下微動ハンドルをボタン操作で解除して，送りレバーの操作でボール盤としても使える構造が便利です．

工作物を固定するバイス，横送り台を広くするミーリングテーブル，締め金，割り出し盤等のアクセサリーが用意されていますから旋盤を万能工作機械として使えます．

普通旋盤との違い

普通旋盤をそのまま縮尺した模型ではありません．プロでなくても容易に使えるよう，省略できる部分は思い切り簡単にし，場所を選ばず使えるように鋳鉄の

一部をアルミ合金に置き替えたりして小型軽量化しています．ですから工場のように，重く大きい工作物を加工できないことはいうまでもありません．また，家庭でも使えるように小型モーターを動力にしていますから力が弱いのですが，たとえケガをしても大事にいたることがめったになく，練習用としても安全です．

重さや丈夫さ，あるいは馬力を比べますと，工場用旋盤がトラックならこちらは自転車か精々バイクというところでしょうか．トラックが1回で運ぶ荷物を何十回かに分けて運ばねばならないのです．例えば，大型旋盤が2，3分で削る品物をミニ旋盤は20分も30分もかかるのです．しかし時間を競わないアマチュアにとっては絶望的な問題ではありません．また，操作の点では，往復台を送る(移動する)とき，縦送りハンドルを回し続けねばならないので時間がかかります(本式旋盤では親ねじと切り離して早送りできます)．しかし長い距離を送る仕事は頻繁にあるわけではありませんし，工場のように長時間作業をするわけではありませんから，大きな問題ではありません．

以上をまとめると，小さいながら旋盤としての基本機能は充分にもっているので，時間を惜しまず根気良く扱えば必ず期待に答えてくれるのです．

それでも，加工できる精度が本式旋盤に劣るのでは？と思われがちですが，良心的に作られたミニ旋盤はJIS規格またはそれに近い社内規格で作られていますから，一般的な加工やホビー作品には充分な精度があり，工具製作などに使用することも可能です．ただし機械そのものの精度もさることながら，どんな工作機械も，使う人の知識と熟練が精度を大きく左右します．「この旋盤は精度が出ない」という悩みも，よく聞きますと実は使い方に問題がある場合が多いのです．

大きな工作物に取り組むミニ旋盤，ミニ旋盤のコツ

工場なら，工作物の大きさに合わせて，たくさんの中から充分な大きさの旋盤を選ぶことができるでしょう．ところが家庭や小工作室ではたった1台の旋盤で何もかも削らねばならないので，平均すると旋盤の大きさに対して工作物が大きくなり，したがって負荷がはるかに大きいのが実状です．ほとんどのミニ旋盤はこうした条件で使われていると考えても間違いではないでしょう．トラックが楽に運ぶ荷物をミニ旋盤は汗をかきかき苦労して運ばねばならないのです．そこで，負荷を少しでも楽にするため，常によく研(と)ぎすまされたバイト(旋盤の刃物)を使い，はやる気持を押さえて，時間をかけて根気良く取り組む必要があるのです．

もう一つの問題は振動です．旋盤や工作物が振動すると決して良い加工はできません．図1-4は主軸の大きさを比較した図(特定製品の縮尺図ではなく概念的な

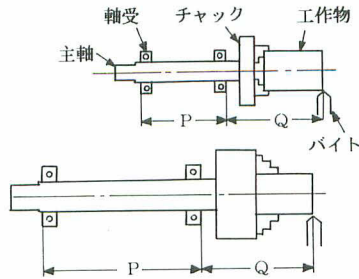



図1-4

図）で，上がミニ旋盤，下が普通旋盤で，同じ大きさの工作物をくわえています．右端をバイトで削ると強い力がかかって主軸を曲げようとし，振動が発生します．軸受がそれに対抗してふんばっています．主軸が細いほど曲がり（たわみ）が大きく，軸受間隔Pが短いほどふんばりがきかないので振動が大きくなり，切削が不安定になることは容易に想像できます．さらに，旋盤が小さいほどQ/Pの比率が大きくなるので振動も大きくなり，ついには心押し台で右端を支えて振動を押さえないと切削できなくなります．バイトで穴を広げる（穴ぐりといいます）ときには心押し台が使えませんから一層大きな差があらわれます．直径の大きい円板の外径や面を削る場合も事情は同じです．工作物が硬いほど，長さが長いほど，直径が大きいほど，顕著になります．そして「この材料はどちらの旋盤でも振り回せるのに，小さい方の旋盤ではどうしてもうまく削れない」ということが起こります．このように「振り回せる」ことと「安定した切削ができる」ことは別で，がんじょうな旋盤ほど安定が良いのです．大型旋盤は全体の作りが丈夫なので安定が良く有利なのです．大は小をかねますがその反対はできないのです．

さて，「泣きどころ」ばかりを長々と並べ立てましたからガッカリされたかも知れませんが（大型旋盤と価格を比べて我慢しよう！），弱点を知ることは長所を発揮させるコツです．良心的に作られたミニ旋盤は，小さくても玩具ではなく立派な工作機械ですから，普通旋盤と同じ注意を守り，次のことを心得れば予想外に立派な加工や広範囲の工作ができ，質的には普通旋盤になんら劣らない作品も作れるのです．ミニ旋盤を駆使してSLやエンジンなどの精密模型作品や趣味の時計（歯車製作を含む）の製作や，職業用としては研究開発の大切な試作装置の部品製作などに活用されています．そのコツとは，

①バイトを充分に研ぐ．　（できるだけ小さい力で削れるよう）
②滑り面の調整を怠らない．　（機械の振動やガタを防ぐ）
③機械になれ，根気良く扱う．　（無理は避け，正しい操作をする）

④必要以上に硬い材料は避ける.　　　　　（硬鋼材等はなるべく使わない）
⑤材料の余肉を他の方法で取つておく.　（ノコギリ，ヤスリ等を活用）
⑥アクセサリーの工夫をする.　　　　　（加工の種類,範囲,能率が上がる）

旋盤の大きさのあらわし方

昔はベッドの全長で大きさを表現して三尺(90cm)旋盤とか六尺(180cm)旋盤とか呼びましたが，現在は「振り」と「心間距離」で表現しています.
「振り」は振り回せる最大寸法で，振り150mm といえば直径150mm の工作物がベッドにあたらないで回せることを意味します（図1-5上).「切り落し旋盤」とい

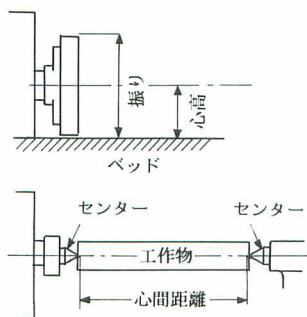



図1-5

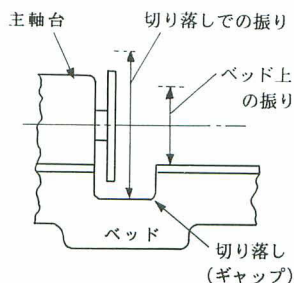



図1-6

って図1-6のように主軸台のすぐ前の部分だけを低くし，車輪や円板など，薄くて直径が大きいものを振り回せるようにしたものがあり，ユーザーにとってはありがたいのですが近頃はあまり流行しないようです．英国では振りの代わりに主軸中心からベッド面までの垂直距離を「心高」として表わします．振りのおよそ半分です．例えば心高3インチ半の旋盤は直径7インチの工作物を振り回せるわけです.「心間距離」(心間と略す)は主軸と心押し台にそれぞれセンターをはめたときの尖端間の最大距離で，心間360mm といえば長さ360mm の距離があり，ほぼその長さの工作物を支えて回せるという意味です(図1-5下).ミニ旋盤と呼ばれるものは振り150mm,心間360mm 以下のものが大半です.

しかし，振りも心間も一杯の大きさの工作物(上の例なら直径150mm 長さ360 mm)を削るのは問題です．木やプラスチックなど軟らかい材料なら削れるでしょうが，鋼材や真鍮（しんちゅう）などの金属は木とは比較にならぬほど硬くてとても削れません．削れたとしても常時行うと旋盤が傷むでしょう．つまり「振り」と「心間」はそれぞれ独立に寸法をあらわしていて，長さが短い工作物なら直径いくらまで

削れるか，直径が細ければ長さはいくらまで削れるか，を指していると理解すべきです．削れる工作物の重さを示しているともいえます．以上のことはミニ旋盤に限らず，工場用の旋盤でも同じです．

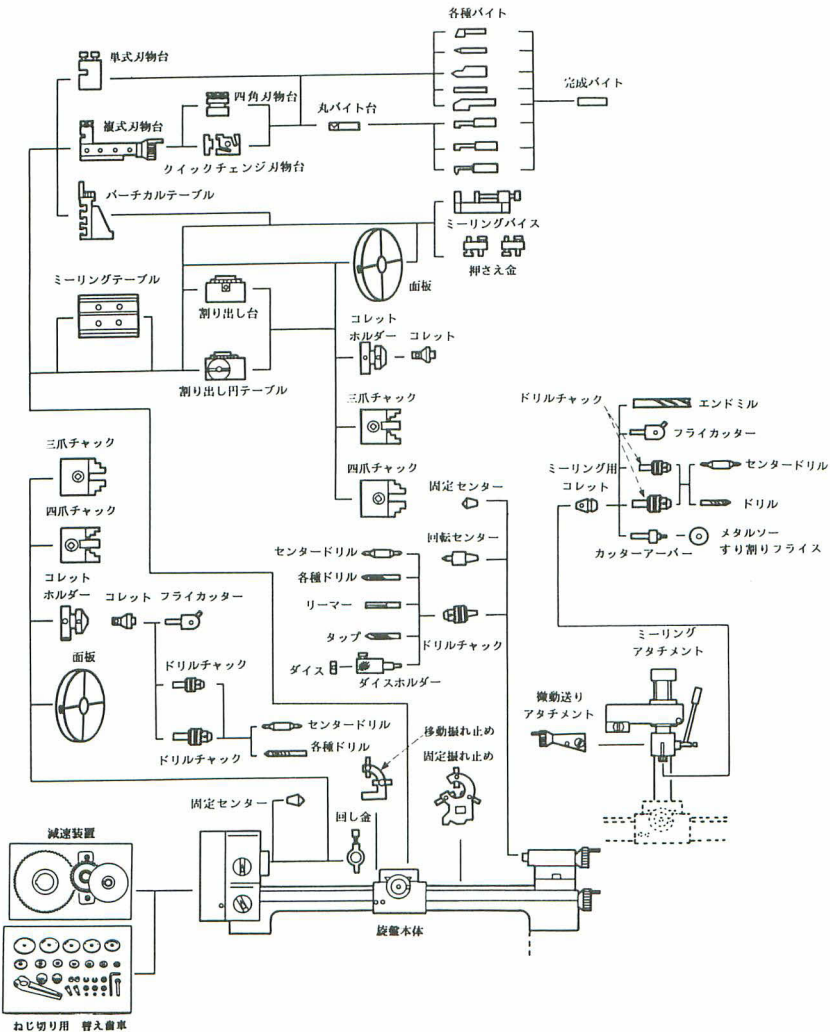



図1-7 ミニ旋盤のシステム

どこにどんなアクセサリーが付き，どんな工具が使えるか，この図で一目でわかります．アクセサリーが豊富なほど，工作機械の用途が広がり能率も格段によくなります．工場用旋盤のアクセサリーは市場に豊富にありますが，ミニ旋盤用はほとんどありません．ですからこの図のようによく考えられたシステムに従って，アクセサリーをふくめて製造された旋盤は大変価値があり，永く活用できます．

2．準　　　備

試運転のまえに

据え付け

梱包をあけ，錆び止め皮膜が塗ってあれば灯油で拭き取り，あと空拭きします．そのまま放置すると錆びますから大体乾燥したら油引きします．

据え付ける台は天板が平らであれば机でも，穴あきアングルで組み立てた台でも充分です．古いミシンの台や調理台を利用している人もあります．天板が丈夫な場合は，旋盤をあまり強く締め付けますと天板に引っ張られ，わずかですがベッドがねじれて加工精度に影響しますから，作業中に旋盤が動かない程度に締めます．

旋盤作業には明るい照明が必要ですが，電球の傷みを防ぐために工作台以外の振動の少ない場所に吊り下げるか固定します．蛍光灯はチラついて見えにくいことがあります．

不要になった石油ストーブの敷き皿とか料理用のアルミ盆などをキリコの受け皿（オイルパンといいます）として旋盤の下に敷くと掃除が楽です．周囲にキリコが飛ぶと困る場合は旋盤の背後や側面に段ボールか板の囲いを立てます．

掃除道具

まず必要なのが掃除道具です．いうまでもありませんが使いっぱなしで掃除をしないと機械を傷め，せっかく削った品物がキリコ（削りくず）の山にまぎれこんで行方不明になったり，キリコでケガをするのがオチです．荒神箒とか洋裁用の手箒が最適です．

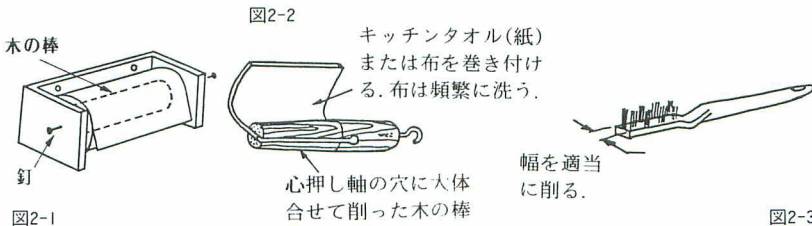
1枚の布を繰り返し使って機械や手を拭くと，砥石の粉などの異物が付いたまま機械を拭く結果になるのでよくありません．図2-1のように木で心棒と丈夫な枠を作ってキッチンペーパーのロール紙を使い捨てにするのが安全で便利です．トイレットペーパーは薄すぎて不適当です．金属部分は油でゴテゴテにならないうちにマメに拭き取ります．木工の後は樹脂がこびり付くことがあるので直ちに掃除します．灯油やシンナーで拭きますと乾燥と同時に錆び始めますので，ほぼ乾い

た頃に必ず油引きしておきます.

機械の部分に応じた専用の掃除道具を作っておくのも有効です. 主軸や心押し台のテーパー穴(テーパーソケット)は工具を挿入する前に入念に掃除しておかないとゴミやキリコのために穴の内面や工具のシャンク(柄)に傷が付き, 長年繰り返すと把握力が弱くなって作業に支障をきたす結果になります.図2-2のように穴のテーパーにあらまし合わせて削った木の棒を縦に溝割りして紙または布を挟みます. 図2-3はT溝や替え歯車, チャック, 親ねじなどの狭い場所の掃除用です. 工具店にある竹ブラシか使い古しの歯ブラシ(粉をよく洗い落して乾かす)を必要な幅に切ります.

真空掃除器で吸引して掃除するのはOKですが, コンプレッサーの圧力空気を吹き付けて機械を掃除してはなりません. 思いがけない場所までキリコが押しこまれて掃除どころか反対の結果になり, 砥石の粉などが混じっていると摩耗の原因になります. 狭い工作室でグラインダーを使うと, よほど気をつけないとあたり一面に砥石の粉が飛び散っていると思わねばなりません. 加工のすんだ工作物をコンプレッサーで掃除してもよいが, 旋盤自体にはあてないのが賢明です.

図2-1　図2-2　図2-3

給油と防錆(ぼうせい)

取扱説明書にしたがって忘れずに油引きします. ガソリンスタンドでエンジンオイルを1缶買えばずい分長い間使えます.

ベッドは旋盤の生命ですから, 硬い工具を置いたり落したりして傷を付けないよう日頃から注意することはもちろんですが, 仕事がすんだらキリコを掃除して油を引いておきます. 主軸端のチャック取り付け面やテーパー穴が錆びないように薄く油引きします. 心押し台と心押し軸は力がかかるわりには給油を忘れやすい場所です. 親ねじは頻繁に掃除と給油が必要です. 自動送りをよく使う場合は親ねじに噛(か)み合っているナット, 軸受, 金属製歯車等にも2, 3滴忘れずに差しておきます. チャックの爪や溝, ドリルチャックのテーパー部も時々油引きをします.

夏期は汗がついて錆びやすく，冬期は夜間に室温が下がりますから翌朝暖房を入れると機械表面に結露し，放置すると錆の原因になります．いずれもていねいに拭き取って油引きします．母屋と別棟の小さい工作室(小屋？)はとくに結露に注意が必要です．

錆び止めスプレーの中にはゴムやVベルトを傷めるものがありますから，事前に充分なテストが必要です．薬剤に頼らずにマメに油引きするのがもっともよろしい．錆びさせない最良の手段は常時使うことです．やむを得ず長期間使わない場合は軽く油引きして全体をビニールなどでカバーし，ヒモでくくっておきます．あまりゴテゴテに油をつけますとホコリが固くこびり付きます．

モーターについて

JIS規格に適合または準拠した小型誘導型モーターは，手でさわれないような70～80℃の温度にも耐えますから，通常の使い方をしている限りは少々熱くなってもまったく心配はいりません．筆者は騒音を押さえるために冷却用ファンを取り除いて連続使用をしていますがトラブルはありません．ただしメーカーの保証はありませんからおすすめしているわけではありません．しかし，バイトが食いこんだときのように，外部から強制的にブレーキをかけた状態では急激に温度が上りますから直ちにスイッチを切らねばなりません．放置すると焼損します．

キリコカバー

削れば粉(キリコ)が飛び散り，真鍮(しんちゅう)は特に目立ちます．目に飛びこむと困るので写真2-4のような透明樹脂製のカバー(チップガード)をアクセサリとして用意しているメーカーもあります．写真2-5のように文房具屋さんでプラスチック製のカードケースを買って，立てるだけでも役に立ちます．一番完全なのは安全眼鏡

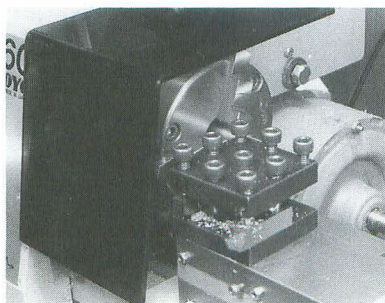



写真2-4

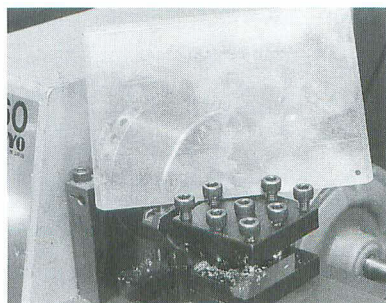



写真2-5

をかけることです.

人間も機械も安全第一のこと

使い始めるとつい夢中になって注意を怠るのが人情ですが，次のことは忘れてはなりません.

①服装に注意．ネクタイ，手袋は危険ですから取ること．ヒラヒラした袖(そで)も危険.
②飲酒運転の危険はクルマに限りません.
③ベッドに硬い工具などを置いたり落したりしない．キズをつけると精度に影響する.
④機械はどの部分も絶対に強くたたいてはならない．位置決めのために工作物やバイス(万力)をズラせる際だけ，真鍮ハンマーまたは木ヅチでトントンときわめて軽くたたく.
⑤締めねじを力まかせに締めない.
⑥工具などをテーパー穴に挿入する前には必ず両方とも掃除し，ゴミを噛んだまま挿入しない.
⑦スイッチ・オンの前に必ず手で主軸を回して邪魔物がないかを確かめる習慣をつける.
⑧油切れのまま運転しない.
⑨旋盤作業にサンドペーパーを使ってはならない．やむを得ないときは油を塗った古新聞(布は巻きこまれるので危険です)でベッドやチャックを覆い，すんだら粉を落さぬよう注意して取り除く.

調　　整

機械は初期の運転状態が寿命に影響するので，新車を購入した時と同様に慣らし運転をします.かりに毎日1～2時間使用するとして1か月間ぐらいは慣らし期間と考え，この間はとくに無理な負荷をかけないようにし，掃除と給油にはげみます．それでも，あたり前のことですが数か月後にはどこかに緩みが出てきます．家庭電化製品などとは違い，工作機械はマメに調整しないと最高の性能を発揮させることができないのです．ミニ旋盤に限らず工場の工作機械でも同じです.

滑り面の調整

滑り面がガタつきますとバイトが振動して良い切削面が得られません．とくに，

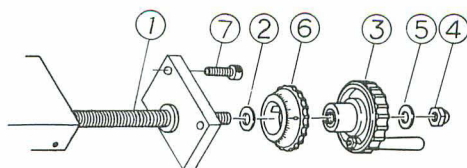



図2-6

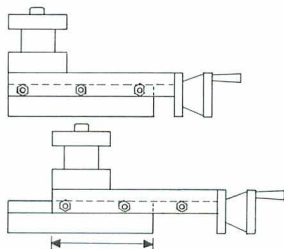



図2-7

突っ切り作業とミーリングの際は重要です．しかしキツ過ぎると重くて非常に疲労したり機械の摩耗を早めたりしますから，取扱説明書を熟読しててていねいに調節し，快適に使えるようにしなければなりません．毎月1回ぐらいは定期的に行うべきです．

往復台とベッドの結合構造は旋盤によって違い，山型レールのベッドでは往復台をベッドの下から引っ張って浮き上がりを調節しています．往復台と横送り台の間や複式刃物台は前章で述べたアリ溝になっています．

カミソリの締め加減を調整するには先ず送りねじをハンドルごと抜き取り，アリ溝にそって並んでいる押しねじのナットをゆるめてねじを全部ゆるめて，1本ずつ調節し直します．押しねじを一杯にねじこみ，ほんのわずか緩め，押しねじが回らぬよう押さえながらナットを締めます．滑り面のどの位置でもガタつかず，手で押して少し重く感じる程度で滑らかに動くよう根気よく調節します．順次2本目3本目を調節します．分解掃除した場合はカミソリを裏返しに挿入しないよう気をつけて組立てます．送りねじ軸受けが図2-6のような分離型の場合は，ハンドル③を仮組みして一杯にねじこんでからねじ⑦を締めますと，ねじの振れを最小に組立てることができます．

複式刃物台をスライドさせる必要のない場合は図2-7上のように全長が噛みあう位置で使用します．図下のようにするとせっかくのアリ構造が矢印のように短くなり，押しねじが2本しか作用しませんからそれだけ安定が悪くなるからです．

送りハンドルの調節

最近の製品はほとんど図2-6のような目盛リング⑥のついた複式ハンドルにな

っています．リングを回せばいつでも現在位置をゼロとして出発できますから，送り目盛数をいちいち計算しなくてもよいわけです．しかしリングが締まり過ぎると重くて回らず，ゆる過ぎるとちょっと触れても回ってしまって目盛がズレて役に立たないので，適当な摩擦を持たせるためにバネまたはゴムリングを挟んだり，図2-6のようにプラスティック自身の弾力を利用したり，いろいろな構造があります．リング⑥を送りハンドル③にかぶせて，ワッシャ②⑤も忘れずにはめて，送りねじ①にねじこみ，止まるまでねじこんでから心持ち戻してナット④を締めます．この〈心持ち〉がかなり微妙です．1/4回転ぐらいの遊びは必要です．キリコやゴミが詰まって固くなることがありますから時々分解掃除をします．

送りねじナットの調節

送りねじに噛み合うナットは思いのほか強い力を受けていて摩耗しやすいので，親ねじおよび横送り台のナットに調節構造を採用している場合があります．図2-8はトヨ ML-360旋盤の例で，溝で仕切られた二つの部分を小ねじを押しこんで引き離すことによってナットを突っ張らせて遊びを除去しています．メーカーによって構造の違いはありますが見ればわかります．普通の旋盤切削ではこの遊びが少々あっても不都合は起きないので神経質に考える必要はありませんが，ミーリングをする場合は調節しておくと良い結果が得られます．

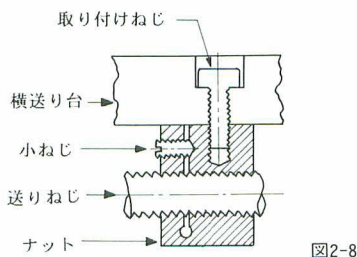



図2-8

ベルトの保守

小型ミニ旋盤は丸断面のゴムベルトで駆動しています．負荷の大きい使い方をするとわずか数か月の使用でもモーター軸のプーリーがスリップして，突っ切りなどでちょっと力がかかると削れなくなります．ベルトが伸びているのですから新品に交換するとふたたび強くなります．とくに，細かいヒビが入ると急激に駆動力が落ち，遠からず切れます．ゴムベルトは安いものですから，消耗品と考えて常に手元に予備品を置き，早めに交換するのがよいようです．

新品のVベルトは硬くてプーリーに良くなじまないので，少しスリップ加減になったり回転がぎごちない場合もありますが，しばらく使えば調子良くなります．ゴムベルトに比べるとほとんど伸びず，めったに切れないので，アマチュアや研究開発の試作程度の使用なら，油でベタベタにしたり無茶な使い方をしない限り，数年間は交換の必要はありません．

3．バ　イ　ト

金属を削る

旋盤に使う刃物をバイトといいます．旋盤を生かすも殺すもバイトの研ぎ方と扱い方次第で，研ぎすましたバイトを正しく取り付けて使うのが旋盤作業の第一歩です．

よくご存じのように，刃で物が切れるのは図3-1の「くさび」作用によるのです．刃物のくさび角度を機械工作では「切れ刃角」とか「刃物角」とか呼びますが，薄い刃のナイフ，つまりくさび角の小さい刃は木を切ることはできても針金を切るとたちまち刃がこぼれてしまいます．しかし刃の厚いタガネですれば容易に切ることができます．つまり，硬い材料を切るにはくさびの角度が大きく丈夫な刃物が必要で，金属を切る(削る)には60～70度ぐらいにします．

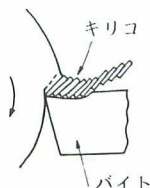
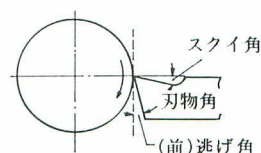



図3-1　図3-2　図3-3

次に，木が切られてゆく様子を見ますと，木目に沿ってナイフで切った場合は図3-1左のようにヒモ状に1本の削り屑(キリコ)が出ますが，木目に直角にノミで切断しますと短く切られたキリコが重なって出てきます(同右)．金属の場合は後者に似た削れ方で，一応つながって見えるキリコも実は切断されては横に移動して積み上げられたキリコの連続なのです(図3-2)．真鍮や鋳鉄などはつながらずにバラバラになります．このように，金属を削るとバイトは非常に強い力でまず材料を押し切り(剪断)，バイトの上面に沿ってこれを送り出すという動作を激しい周期で繰り返しています．したがって刃先には断続的にきわめて大きな力がかかり，騒音も出るし，バイトはこすられて発熱します．もし，たまたま旋盤の一部や工作物(削られる材料)がこの繰返し周期に同調した振動(共振)をしますと切削面に細かい振動模様が残ってきれいに削れません．これをビビリといいます．

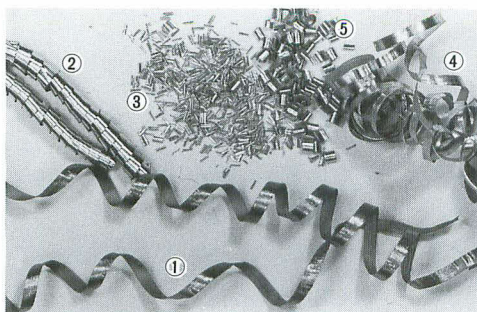
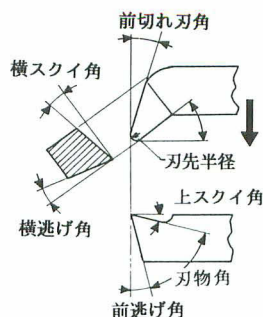



写真3-4　いろいろな切り粉　①軟鋼（外径削り），②燐青銅（外径削り），③真鍮（外径削り），④アルミ（外径削り），⑤軟鋼（突っ切り）

ですから金属を削る旋盤はがんじょうに作られ，バイトも工作物もできる限りしっかりと固定し，刃物角の大きいバイトを使うことになるのです．しかし刃物角があまり大きいとクサビ効果が落ちて切れ味が悪くなり動力もむだになりますし，反対に，逃げ角やスクイ角（図3-3）を大きくして刃物角を小さくすれば，刃の強度が低くなってビビリが起きやすくなり，また，刃先の熱が逃げにくくなるので刃先温度が上がり，鈍（なま）る機会が増えるのです．

バイトの角度はこうした条件を考慮して長年の経験から作り出されたもので，図3-5のように立体的に角度がついています．この例は右剣バイトと呼ばれるもので，太い矢印の方向に切り進むように使います．当然，進行方向にあたる横逃げ角が必要ですし，上スクイ角とともに横スクイ角も考慮しなければなりません．こうした角度は最高の切削能率を発揮して経済効果を上げるために重要なことなので，どの専門書にものっています．

しかし工場用のデータはそのままではミニ旋盤には当てはまりません．工場のように加工時間の短縮を争ったり特別硬い材料を削ったりはしませんが，旋盤全体の剛性が低く動力が弱いのに，扱う工作物は旋盤に比較して大きいという状況ですから，快適に使うには，切削時の抵抗を少しでも小さくするためにバイトがよく切れることが大切です．そこで次の注意が必要です．

①刃物角を小さい目にして切れ味を良くする．

②刃先の半径は面の仕上がりに関係する重要なポイントですが，大きくすれば力不足で削れなかったり，振動してビビリの原因になりますから，姿バイトなどの特別の場合を除いて，せいぜい0.5mm以下に押さえるのが安全です．

③面倒がらずにマメに刃先を研いで，絶えずシャープな刃先を確保する．

④個々の旋盤の丈夫さや動力の強さに応じて送りの速さを加減する．

バイトの動き

回転している工作物にバイトを押しつけて，どのように動かせばどんな面が削るのでしょうか．陶芸ロクロから容易に想像されるのであえて説明はいらないと思うのですが，話の順序として図3-6を書いておきます．詳しい事は後の章でも説明します．

旋盤の主軸は常に図の矢印の方向に回っています．これに工作物をくわえてバ

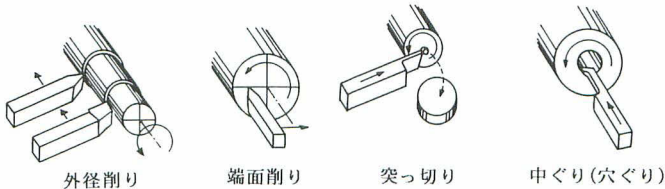



図3-6

イトをあて，矢印の方向にゆっくり移動させると削られて行きます．外径削りはリンゴの皮剥(む)きと同じです．2種類のバイトが書いてありますが，右は片刃バイト，左は真剣バイトといいます．端面削りは外周から中に向かって削り，中心に到達したら完了です．図では丸棒の端面(切り口)を削っていますが，同じやり方で角板を回して表面を削ることができます．突っ切りは聞きなれない言葉と思いますが，非常に長くて幅の狭い刃をまっすぐに切りこんで工作物を切断することです．図は切れ落ちた状態で真中にヘソが残っていますが，もう少しバイトを前進させますとこれも削り落されます．リング状の深い溝は，突っ切りを途中でやめればできるわけです．中ぐりはリンゴの心をえぐり取るのと同じです．リンゴと違って硬いので，あらかじめ他の手段(ドリルなど)で穴をあけてからバイトで広げるのです．このほかに旋盤のもっとも得意技である「ねじ切り」がありますが，外径削りの応用です．「ねじ切り」の章で見てください．

ミニ旋盤用バイトの材質，構造

ここではミニ旋盤に関係のあるものだけに絞って大ざっぱな説明をしておきます．バイト材についてもう少し詳しいことは第22章「カッターの自作」をごらんください．

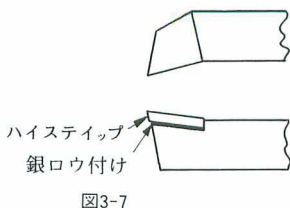



図3-7

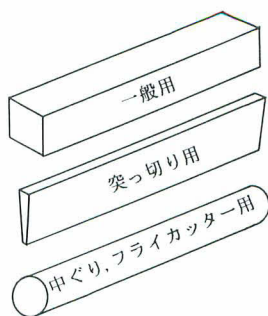



図3-9

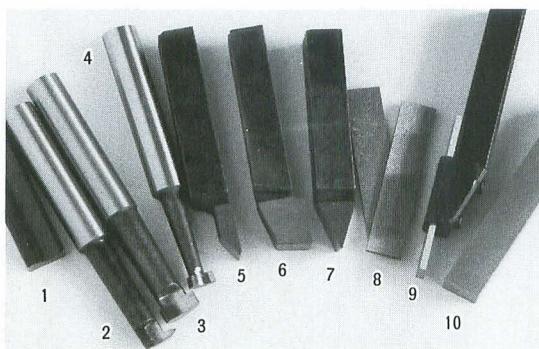



写真3-8　ミニ旋盤用ハイスバイト　左から
①丸バイト用Vブロック
②めねじ用ねじ切りバイト
③中ぐりバイト大
④中ぐりバイト小
⑤おねじ用ねじ切りバイト
⑥右片刃バイト
⑦剣バイト
⑧突っ切りバイト用替刃
⑨突っ切りバイト
⑩完成バイト

ハイスバイト

ミニ旋盤には主としてハイスバイトが使われています．市販品は「付け刃バイト（図3-7）」といって角形のシャンク（柄）の尖端にハイスの小片（ティップ）を銀ロウ付けしたものや，ハイス材で全体を鋳造（ちゅうぞう）したもの（写真3-8②～⑦）があります．これらの市販品でほとんどの仕事の間に合いますが，特別の形が必要な場合は「完成バイト」を買って自分でグラインダーにかけて研いで作ります．これはハイス材を焼き入れ研磨して図3-9のように角または丸の棒にしたもので，数本常備しておくとよろしい．寸法はいろいろありますがミニ旋盤用には6×6または8×8mm断面の角形が適当です．突っ切りバイト用の板状のもの（写真3-8⑧）は写真の⑨のように専用のバイトホルダーにはめて使います．このような，研いで刃をつけないと使えないものを「完成バイト」と呼ぶのは大変奇妙ですが，呼びならわされた言葉ですからそのまま使っておきます．「未研バイト」と呼ばれる場合もあります．

超硬バイト

超硬合金は高価な上に脆（もろ）いのでバイト全体をこれで作らず，図3-7と同じように超硬刃先（テイツプ）をロウ付けしたものと，刃先を取替えられるようにねじ止め

にして使い捨てにする「スロー アウエー」形の2種類があります.

超硬バイトは研ぎ直しをせずに硬い工作物を高速で数多く削れますから，工場の量産作業にもっぱら使われています．当然ミニ旋盤でも速く楽に削れるだろうと考え勝ちですが，ミニ旋盤で工場用旋盤なみの高速重切削はできませんから超硬バイトの能力を活用できず，その上，超硬バイトは振動を受けると刃先が欠けやすいので，ビビリや振動が出やすい突っ切りとか，刃が断続的に衝撃を受ける切削(断続切削)-例えば角材の外径削り，異形工作物の切削など-にはハイスのほうが安全です．結局ほとんどの場合は経済的なハイスバイトで充分です.

ただし，鋳鉄の黒皮，とくに，鋳造時に部分的に急冷されてできる非常に硬い皮(チルといい，ハイスでは歯が立たない)と，硬くてしかも加工硬化(加工されることによってさらに硬くなること)を起こすステンレスの切削には超硬バイトは大変効果的ですから，シャンクが太く刃が大きい超硬バイトを備えておくとよろしい.

バイトの自作は比較的簡単で経済的です．自作によって刃物の性質がよく理解

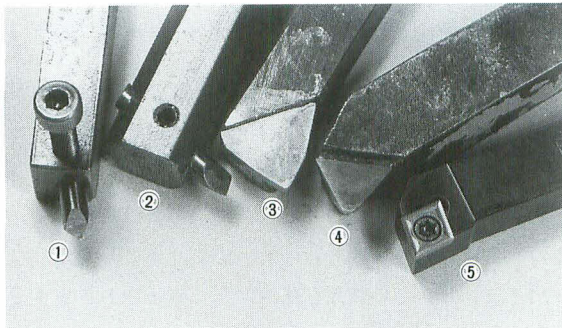
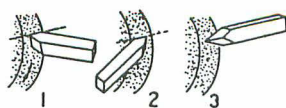
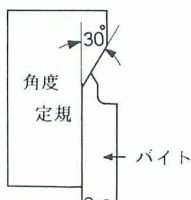
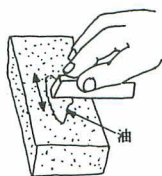
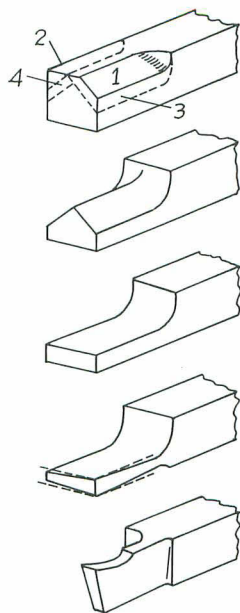



写真3-10　いろいろな超硬バイト　①自作差し込みバイト，②同，中ぐり，外径にも使える自作バイト，③使い古しのティップをろう付けした自作バイト，④市販品付け刃バイト，⑤スローアウェイ(使い捨て)型バイト.

できますから第21章を参照して試みて下さい.

バイトの研ぎ方

グラインダーで研ぐ

安全に作業するように次章を参考にして下さい．必ず砥石の円周面を使い(図3-11)側面で研いではなりません．強く押しつけず，バイト材を頻繁に水につけて冷しながら研ぎます．刃先を上から見た形(姿)は用途に応じて違いますが横から見ると非常に鋭く，刃先だけが工作物に当たるように研ぎます．ねじ切りバイト

(第9章参照)のように姿が厳重なもの以外はさほど神経質にならずに手持ちで研げば充分です．あらましの形に研いでからスクイ角，逃げ角を目見当でつけます．真鍮用は食いこみを防ぐためにスクイ角をゼロにするのが本筋ですが，実際には，スクイ角を付けた鋼材用バイトで兼用しても大して不都合はありません．ねじ切りバイトなど角度のうるさい場合は図3-12のようにブリキで臨時に(ていねいに)角度定規を作り，バイトシャンクの側面を基準にして研いでおきますと，旋盤に固定する際シャンクを面板またはチャック面に当てるだけで正確にセットできます．

完成角バイト材から突っ切りバイトを作る場合，グラインダーにベタに当てて研ぎますと時間もかかるし砥石も早く摩耗します．図3-13の順でカドから落して行けば比較的楽です．写真3-8⑨のような市販の板バイトとホルダーをセットにした突っ切りバイトは研ぐ手間がずいぶん省けます．

ホーニング

刃先の凹凸は工作物表面に再現します．切れ刃をていねいに仕上げると低速回転でもきれいな切削面ができます．荒いバイトで高速切削をするよりはるかによいのです．そこで，グラインダー研ぎのあと図3-14のようにオイルストーン(長さ10センチ前後の小さい砥石．断面形は矩形，丸，三角などがあり，値段が安い)に

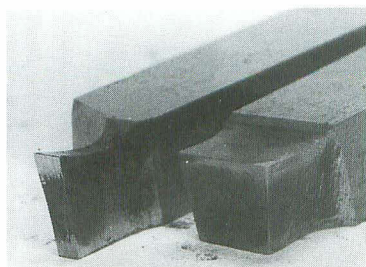



写真3-15

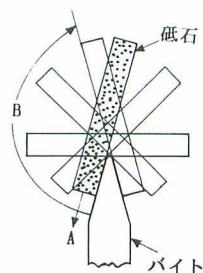



図3-16

油を数滴たらし，切れ刃部(エッジ)だけを摺(す)ってきれいに仕上げます(写真3-15)．切れ刃以外の部分にはグラインダー目が残っていても差し支えありません．写真はわかりやすいようにグラインダーの削り跡に黒マジックを塗ってあります．

また，刃先が文字通りとがっていますときれいな切削面になりませんから，突っ切りバイトなど特別のものを除いて，刃先(上から見て)のカドを少し落すように半径0.3～0.5mm ぐらいの丸み(アール)をつけます．図3-16のように，砥石をA方向に滑らせながらBの方向に回しますと滑らかに丸くなります．小型砥石の代わりに,平らな金属の厚板に荒さ400番ぐらいのサンドペーパーを貼り付けたものでも良い結果が得られます．

超硬バイトは普通のオイルストーンでは研げませんから，炭化硼素(ほうそ)を固めてプラスチックの柄を付けた歯ブラシ形の「ハンドストーン」を使います．オイルストーンよりはかなり高価です．

バイトの取り付け

強い力を受けるのでしっかり固定します．刃先が図3-17のように長く突き出ていると振動が増し，良い切削ができませんからオーバーハングを最小限にして取り付けます．刃先は常に旋盤の心高に合っていなければなりません．理由は；

①誇張図3-18のように,刃の高さによってスクイ角(α)や前逃げ角(γ)が変化してしまって切れ味が落ちたり切削面が汚くなる．

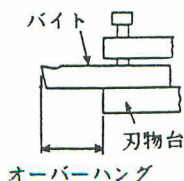
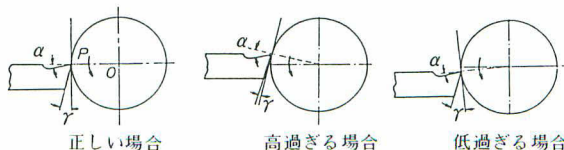
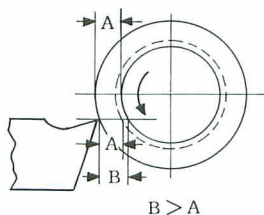
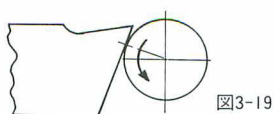
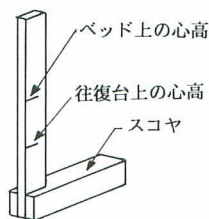
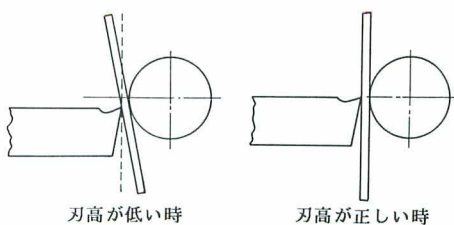
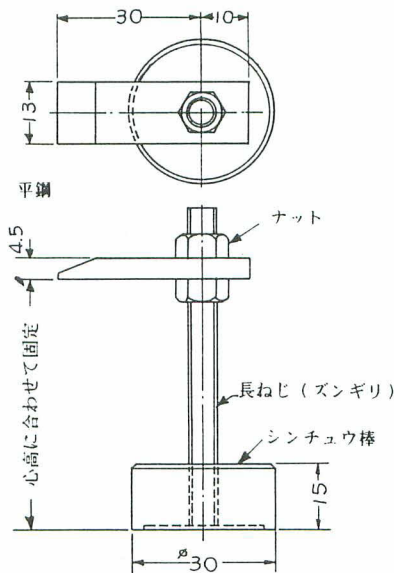



図3-17　図3-18

②刃が高いと切削径が小さくなるにつれて切れなくなり，ついには刃の腹が当たってまったく切れなくなる(誇張図3-19)．突っ切りバイトをこの状態で無理に進めると突然食いこんでバイトを折る．

③バイトを進める送りダイアルの目盛通りに直径が削られない(誇張図3-20)．B＞Aなので，目盛でAだけ削っても予定寸法にならない．

刃高の測定は，心押し台センターと比べるとか，削ってヘソの残り具合を見るとかでわかりますが意外に面倒なので，図3-21のようにチャックに丸棒をくわえて，薄板をバイトで押しますと板の傾きで判断できます．図3-22のようにスコヤにケガキ線を入れてゲージに兼用することも行われていますが，スコヤを粗末に扱い勝ちになるので感心しません．もっと便利でわかりやすい図3-23および写真3-24の刃高ゲージの自作をおすすめします．横送り台上に置いて刃先に突合せると一目でわかりますから，写真3-25のようにバイトの下に敷き板を挟んで刃高の調

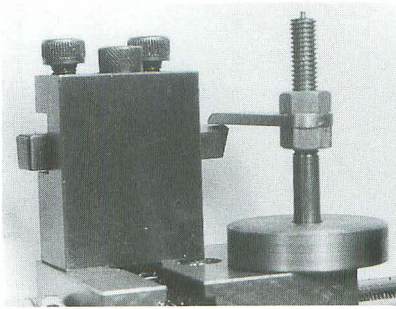
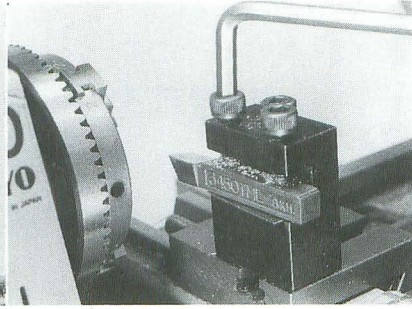



写真3-24　写真3-25

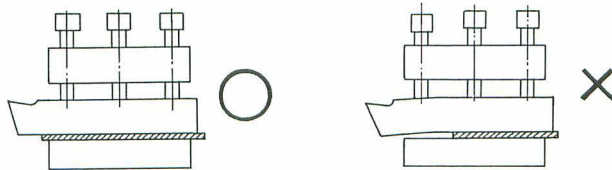



図3-26

節をします．敷き板として0.1～2.0mmのいろいろな厚さの小さい板を小箱に整理しておくとよろしい．図3-26左のように充分な長さが必要で，図右×のような無理な締め方をすると刃高不安定でビビリのもとになります．

バイトの大きさ

図3-27はミニ旋盤の動力伝達の経路を示しています．モーターから伝わる動力はベルトやプーリー，中間軸などの摩擦抵抗で多少消費されますが，大部分は主軸から工作物に伝わり，最終的にはバイトにすべての力がかかることがわかります．ですから強力な切削をする場合はバイトもそれに応じて丈夫な，つまり断面寸法の大きいものが必要です．その一方で，モーターの強さに見合ったバイトを使えば充分であることもわかります．ミニ旋盤のバイトはシャンクの断面が8×8

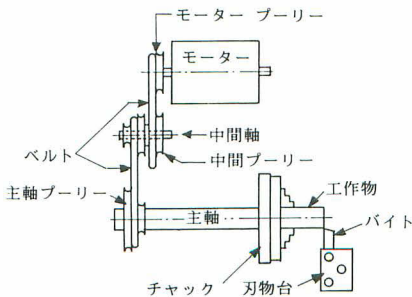



図3-27

mmあれば充分で，それ以上大きいシャンクは意味がありません．そして，時計とか模型の微細なパーツは削りしろも小さいので，小さい刃を差しこんだ「差しこみバイト」か，3×3または4×4mm程度の完成バイトを研げば充分で，経済的ですし研ぐのも楽(らく)です．

以上のことから，標準的な8×8mmシャンクのバイトを一揃い持っていれば，あとは必要に応じて細い完成バイトか差しこみバイトで間に合います．

クイックチェンジ刃物台

クイックチェンジ刃物台はバイト1本ずつにカートリッジをつけ，これを刃物台本体のアリ溝に挿入して使います．敷き板不要で，高さ調節ねじを一度合わせておけば着脱したとき刃高も刃先位置(前後左右)も変化しません．図3-28はトヨML-360旋盤用で，カートリッジが2個付属していますが，あと2，3個買い足せばたいていの間に合います．工夫すれば他の旋盤にも使えるはずです．

バイトの代わりに小さい工作物を挟んで，好きな高さに固定してミーリングをすることもでき，限られた範囲ですがバーチカルテーブルの代用になります．第18章を参考にして下さい．

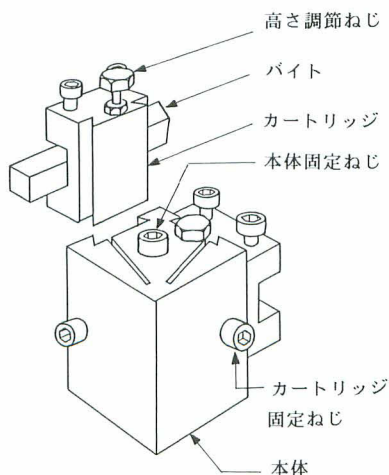
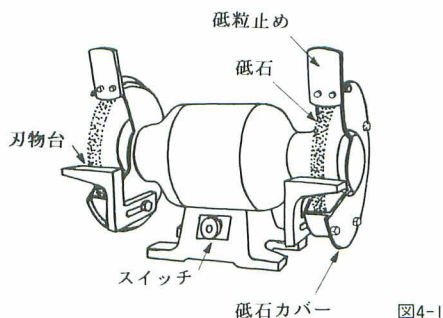



図3-28

4．グラインダー

繰返しますが，マメにバイトを手入れしてこそ良い仕事ができるので，グラインダーは旋盤の伴侶としてなくてはならぬ存在で，ぜひ備えておきたい機械です．バイト以外の刃物も研(と)げるし，旋盤に比べると高価な買物ではありません．手回しの小さいものからありますが，あまり小さいのは使いにくいので，砥石(といし)直径150 mm(6インチ)の両頭形(図4-1）で1/4馬力程度のモーターつきが適当です．

グラインダーを買うとき工具店に相談すれば適当な砥石を付けてくれるのですぐに使用できますから，お急ぎの方はこの章は飛ばしていただいてもよいのですが，安全に作業するために「砥石の取り扱い」と「グラインダーの取扱」の項だけはぜひお読みください

図4-1

砥石の働き

旋盤で削(けず)るのを旋削(せんさく)といい，砥石で削るのを研削といいます．それでは砥石はどんな構造で，金属をどのように削るのでしょうか．

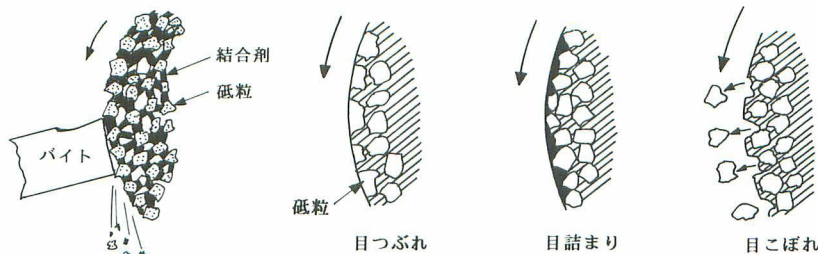



図4-2

図4-3

グラインダーにもっぱら使われている人造砥石は，ちょうどセメントを接着剤として小石をつなぎ固めるコンクリートに似ています．小石に相当するのが**砥粒**と呼ばれる硬い粒で，これを**結合剤**でつないで焼き固めて作られます(図4-2)．

回転している砥石に材料(今の場合はバイト)を押しつけますと砥粒のカドで材料が削られますが，やがてカドが摩耗すると削るのに力が要るようになり，砥粒にはそれだけ余分に力がかかるので砥粒が負けて割れてカドが立ち，新しい研削の「刃」ができます．砥粒がさらに摩耗すると結合剤が負けて砥粒は脱落し，次の砥粒が顔を出し，研削が引き継がれて行きます．つまり役目を果たした砥粒がどんどん脱落してゆく一方で新しい砥粒が現れるので研削面が維持され，材料面を引っ掻いて行くのです．

砥粒の硬さや結合剤の強さが適当でなければこのバトンタッチがうまく運ばなくなります．砥粒が丈夫過ぎると割れないので新しい刃ができず，擦(す)り減るばかりで砥粒面はピカピカになり，**目つぶれ**状態になって，工作物が過熱して研削焼けを起こします．結合剤が強過ぎると砥粒が脱落しないので研削屑が隙間に詰まって溶着して研削不能になり**目詰まり**になります．反対に，結合剤が弱いと砥粒が早期に脱落して砥石は歯抜け状態になり，いわゆる**目こぼれ**状態になり，砥石はどんどん消耗するばかりで仕上り面は悪くなります(図4-3)．

砥粒は次の表のような種類があります．

(WAはAの中のとくに純度の高いもの，GCはCの中でとくに純度の高いものです.)

また，砥粒の大きさによって研削面の荒さが決まりますから，フルイで選り分けて荒(粗)目(10～24番)，中目(30～60番)，細目(70～220番)に分類して**粒度**といいます．私たちの仕事には60番ぐらいでほとんど間に合います．

砥粒の密度つまり砥粒が多いか少ないかを組織といい，密(c)，中(m)，粗(w)と表します．硬くて脆い材料には密ないし中を，軟らかくて粘り強い材料や一般の荒研削には粗ないし中を使います．

セメントの役目をする結合剤の接着強さを数字で表して結合度といい，E～G（ごく軟らかいもの），H～K（軟らかいもの），L～O（中程度），P～S（やや硬いもの），T～Z（ごく硬いもの）と表示しています．結合度が軟らかい（弱い）と砥粒が早く落ちますから消耗が速く，反対に硬いと研削能率が低くなります．結合剤の種類はたくさんありますが，多いのはビトリファイド結合剤といわれる粘土です．記号Vで示されます．レジノイド結合剤はタワミに強く機械的に強い樹脂で，B砥石と呼ばれて広範囲に使われ，次第に増加しています．

砥石の選択

以上からわかるように，アランダム系カーボランダム系それぞれの，特性を生かして使うことが大切で，ハイスバイトを研ぐには赤褐色のA砥石が，超硬バイトには緑色のGC砥石が適当です．ハイスバイト専用なら図4-1の両頭形の右に荒目，左に細目のA砥石を取付けます．超硬バイトとハイスバイトの両方を研ぐなら右に中目のA砥石，左にGC砥石というように組合せます．

砥石の形

断面図4-4が代表的で，▽印の面で研削します．一番多いのは平形ですが，第3章でも述べたように円周面のみを使います．側面で強く研ぐと砥石が割れて事故を起すことがありますから，決して行ってはなりません．ドリル研ぎには片へこみ形，カッター研ぎにはカップ形やサラ形など，用途に応じ各種あります．

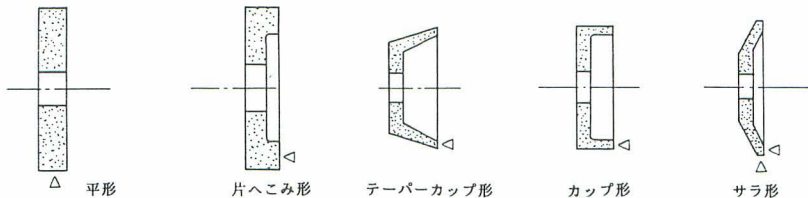



図4-4

砥石の取扱と取り付け，保守

砥石を落したり重いものを載せたりしてはなりません．ヒビが入って高速回転中に破損して大きな事故になることがあります．

砥石に貼ってあるラベルは平均に締めるためのクッションの役目をしていますから，グラインダーに取付けるときははがさずに，グラインダー付属のワッシャ（砥石径の1/3以上の直径）で挟んでナット締めします．向かって右側は普通の右ね

じですが，左側は左ねじです．ナットは決して強く締めてはなりません．

高速回転ですからバランスがわずかに狂っていても不快な振動が起きます．バランス調整の重りを根気よく調整し，手で軽く滑らかに回り，ひっかかったり特定位置で止まったりしなければOKです．

砥石の円周面にひどい凹凸または偏心がある場合はブリッカーを軽く当てて平面にし，さらに必要ならドレッサーをかけます．ブリッカーは外観は角形の砥石に似ていますが，非常に硬い粒子を固めたもので，グラインダー砥石に軽く押しつけるだけで迅速に凹凸を修正できます．しかし，砥粒が飛び散るので戸外で行います．ブリッカー自身もかなり速く摩耗しますが安価なものですから心配はいりません．

砥石の回転数

回転数が低いと研削能率が落ち，あせって強く押しつけるとバイトが焼けるばかりか砥石の消耗を早めるだけです．砥石は毎分1600～2000mの周速度が必要です．市販の150mm砥石付きグラインダーは3400回転程度ですから周速は毎分約1600mとなり適当ですが，砥石径がうんと小さくなると非常な高速回転が必要になる理屈です．ただし，砥石のラベルに記されている許容回転速度の範囲内に押さえねばなりません．

グラインダーの取り扱い

精密機械の大敵である砥粒が意外に遠くまで飛び散りますから旋盤等の工作機械からできるだけ離れたところに置きます．しっかりした台に固定し，安全第一で使う心がけが必要です．

ネクタイや手袋，そでのヒラヒラした服装などは危険です．バイトを布で巻い

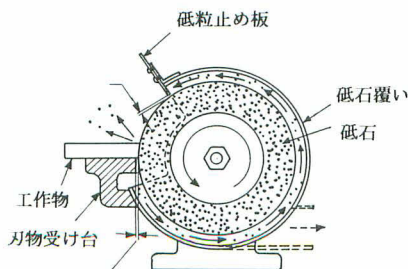



図4-5

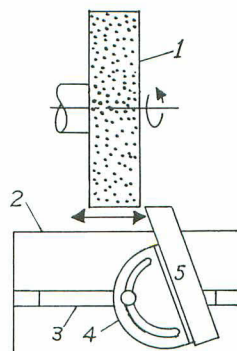



図4-6

て保持するのはもっとも危険です．万一砥石にひっかけられると大きな事故になります．火花が出ますから紙屑やシンナーなど引火性の強い物は遠ざけて置きます．

砥石カバー(覆い)なしでは絶対に使用してはなりません．万一回転中に砥石が割れますと非常な勢いで飛び散って事故になるのを防ぐためです．

また安全眼鏡を着用しないと砥粒で目を傷めることがあります．工作物を押しつけますと砥粒は図4-5矢印のように左上に飛び出し，一方では砥石の外周にそって一周して飛び出そうとします．後者を止めるのが砥粒止め板で，砥石面にふれない程度にすれすれに調節して固定します．しかし完璧なものではなく，砥石の側面をすり抜けて飛び出す砥粒が相当あり，安心は禁物です．できれば改造して図の右下の点線のように出口を作り，その先に砥粒溜めをつけますとほとんどの砥粒は一周せずに水平に後方に飛び出すはずです．改造したものを工場で見かけたことがあります．刃物受け台と砥石との隙間は，砥石が当たらない範囲でできるだけ狭くなるよう調整します．広いとバイトが挟まれて大変危険なのです．

砥石の正面を避けるように立ってスイッチを入れます．異常な振動や雑音がなく，定速になったら正面に立って仕事にかかります．強く押しつけますと砥石が速く摩耗するばかりか刃先が焼けますから，軽く当てて研ぎ，バイト材を時々水につけて冷しながら根気良く仕上げてゆきます．繰り返しますが，熱いからといってボロ布を巻いたり手袋をすると，巻きこまれて大きな事故になるので絶対にしてはなりません．あらましの形ができたら仕上げにかかりますが，その前に，もし砥石面がひどく凸凹になったら前に述べた方法で修正します．

ついでですが旋盤主軸に砥石を取り付けて研削をすると飛散した砥粒で旋盤が摩耗しますから，決して行ってはなりません．どうしてもやむを得ない場合は，油を塗った新聞紙等でベッド，チャックその他を完全にカバーをして行います．布でカバーすることは危険です．

刃物台

ねじ切りバイトなど，正しい角度に研ぎたいときフリーハンドでは骨が折れます．グラインダー付属の刃物台はこの目的には役に立たないので，取り外して自在形の刃物台を作り付けますと非常に楽に正確な研磨ができます．図4-6は，回っている砥石1に向き合って台2があり，その溝にガイド板3がはまっています．これに軸止めされた角度板4にバイト5を押しつけて，砥石に軽くふれる状態で矢印の方向に滑らせて削ります．図の場合は研削面は曲面になりますが前に説明したよ

うに差し支えありません．平面に研ぎたければ片へこみ形またはカップ形砥石を使います．

写真4-7はあり合わせの材料で製作した刃物台の例で，台の高さ，傾き，前後位置などを自由に調節できます．砥粒が落ちこんで滑りがギクシャクしますから角度板の下に板(スライド板)をつけてこれを防ぐようにしました．製作上注意すべき点は，使用中に台が前後にゆれたりガクンと動いたりすると砥石にふれて大きな事故になることがありますから，調節腕の関節部分はしっかり固定できる構造にすること．スライド板と角度板は台板に載っているだけなので，グラインダーの振動で砥石との間に落ちこむと危険ですから，使わないときは忘れずに外しておくこと．短いバイト材を急角度に削るとき手が砥石に非常に接近して危険です．こうした点からもまだまだ改良の余地があるのですが，完璧にすれば構造が複雑になるので設計に悩んでいるところです．しかし，製作されるご参考までにあえてご紹介します．

最後に，第3章で述べたように切れ刃だけを小さい砥石で仕上げると完了です．

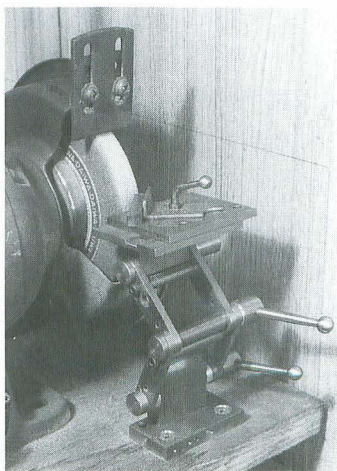



写真4-7

5．三爪チャック

三爪スクロールチャックでくわえると工作物の大小に関係なくほぼ心(しん)が出ますから，丸や六角材をくわえるのにもっとも頻繁に使われます．写真5-1および図5-2のように3個の爪が1個のスクロール(蚊取り線香形のねじ)に噛(か)み合って同時に出入りしますから，スクロールと爪はいわばネジとナットの関係です．構造上，振れ(くわえた工作物の偏心)が出やすく，製品個々の差はありますが0.07mm ぐらいは覚悟しなければなりません．これは，初めて旋盤を使うときにまず気になる問題ですが三爪チャックの宿命です．しかし後に述べるように，使い方で上手に逃げられるのです．

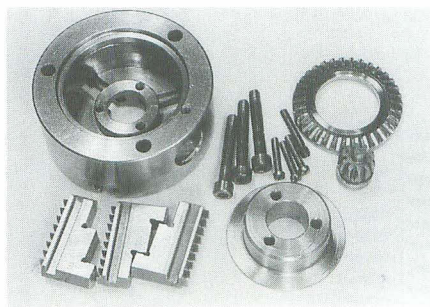
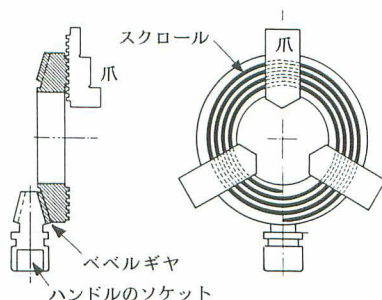



写真5-1　　図5-2

チャックの取り付け

ミニ旋盤のチャックを主軸に取り付ける方式はねじこみ式(図5-3) と，3～4本のねじで固定するフランジ式(図5-4) があります．それぞれの特徴がありますがここでは省略します．いずれにしてもはめ合い部(レジスタ)やねじをよく掃除してキリコなどを噛まないように注意して取り付けないと加工精度に影響します．

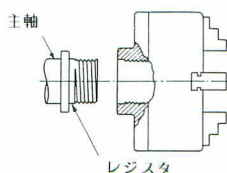
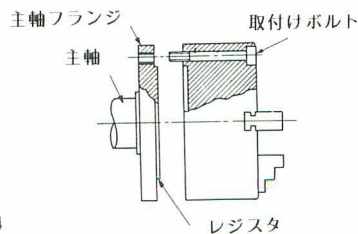



図5-3　　図5-4

爪の着脱

爪を挿入するときは構造を念頭に置いて正しい順序を守らないと，爪が入らなかったり破損したりすることがあります．正爪(順爪ともいい，細い工作物をくわえる)と逆爪(サカズメー大径をくわえる)がそれぞれ1セットずつ付いているものと，1セットで両方を兼用しているものとがあります．取り扱い方は同じです．まず三つの爪を番号順に並べて裏返します．すると図5-5の点線のように歯が並びます．本体にチャックハンドルを挿入して右回しし，スクロールの端(ねじの切り始め，切り口)がNo.1のガイド溝に顔を出したら，ちょっと逆回しして引っこんだことを確かめてから爪1をはめます．ふたたび右回ししますとスクロールに噛み合って抜けなくなります．そのままハンドルを右回しして切り口が次のガイド溝に顔を出したら同様にちょっと逆回しして爪2をはめ，同じようにして爪3をはめ，全体が滑らかに回ることを確かめたら必要なつかみ径までハンドルを回します．逆爪の場合も同様です．どちらの場合も歯が爪の尖端に近いものから順にはめてゆけばよいのです．

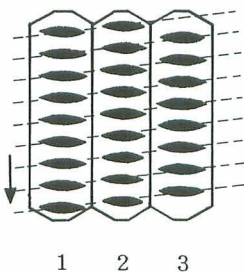



図5-5

偏心のない削り方

振れのあるチャックで振れのない加工をするテクニック，といっても別に難しいことではなく，一度くわえたら最後までくわえ直さずに削(けず)ってしまうのです．例えば図5-6上の軸を削る場合，初めに10ϕ部を削って，左右をひっくりかえして今削ったばかりの10ϕをくわえて6ϕを削りますと，結果はその下の図の矢印のように偏心した軸になります．そこで，図5-7のように，仕上り径より若干太い材料を，つかみしろ分を加えた長さに切ってチャックにくわえ，外径を含むすべての加工を最後までくわえ直さずに行い，終わってから突っ切りますと偏心のない品物ができます．これが正しい使い方です．ついでですが，残ったつかみしろは俗にヘタと呼び，工場ではたいてい捨てられるのですが，我々には結構役に立つ

大きな材料ですから，とくに硬いものは避けて，貰っておくとよろしい．

実際の仕事ではどんなに段取りを考えても途中でくわえ直さねばならない場合があります．その場合は以下に述べますヤトイ，割りリング，あるいは四爪チャックやコレットなどを臨機応変に使うのです．もちろん，偏心が問題にならない品物なら途中でくわえ直すことは自由です．

爪の磨耗

注意深く使っても長い間には爪やスクロールの摩耗で誇張図5-8のように口が開いてきて爪の奥だけでくわえる状態になり，突っ切りや太い工作物の荒削りの最中にスリコギ運動を起こしてチャックからせり出してきたり，オーバーハングが大きいので細い工作物はビビって削りにくくなります．工作物に薄い真鍮(しんちゅう)板を1回巻いてくわえますと改善されますが(図9-47参照)，ひどくなると爪を研磨修理するか，チャック全体を新品に交換しなければなりません．

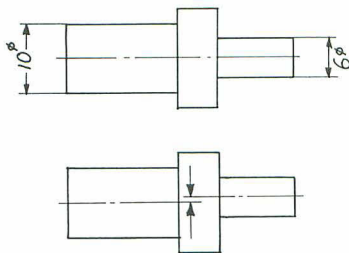



図5-6

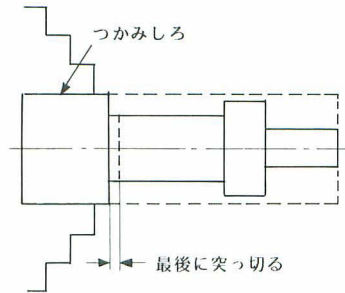



図5-7

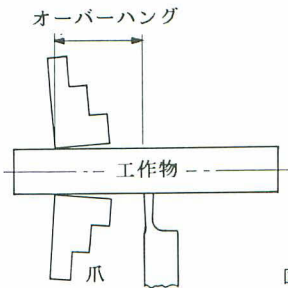



図5-8

さまざまな工作物のくわえ方

くわえにくい工作物のくわえかたのテクニックです．昔からの旋盤の常識で目新しいことではありません．多少の補助具が必要ですが旋盤作業にはつきものですから，面倒がらずに作ることが旋盤をマスターするポイントです．40年も前で

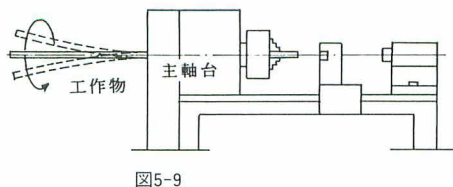



図5-9

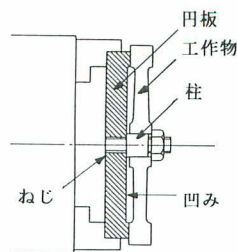



図5-10

すが，神様といわれたほどの熟練工が，大切な自作の補助具を棚一杯に並べて，自由自在に使いこなしてオンボロ旋盤で素晴らしい仕事をしていたのを思い出します．そういうわざを身につけた名人がだんだん見られなくなったのは心細いことです．

細く長い工作物は削れる前に曲がってしまうので，もっとも厄介な加工の一つです．第9章の外径削りを参照して下さい．なお，長い棒材は主軸貫通穴に差しこんでくわえますが，図5-9のように主軸台の左側に長くつき出して回転することは禁物です．点線のように材料がひどく振動して曲がってしまったり，周囲に置いてある物をはねとばしたりしてケガをすることがあります．

重量の大きい工作物の外径を削るときは，たとえ長さが短かくてもチャックから飛び出すと危険ですからセンター(第83ページ参照)で押して低回転で削ります．

直径の大きい円板例えば車輪などは中心のボスや軸をつかんで削ると振動してビビるためきれいに削れません．材質が硬いほど顕著にビビリます．図5-10のように工作物より少し小さい円板(斜線)を外爪でつかみ，周辺部を残してわずかに(0.02～0.1mm)凹みを削り，中心にねじを切って柱を立て，右端にもねじを切ります．この柱の外径を工作物の穴径ピッタリに削って工作物をはめてナットで止めます．このようにすれば工作物の周囲で保持されるので安定がよく，柱を現物合わせで削ったので自動的に心が出ます．チャックの代わりに面板にじかに押しつけても削れますが，固定の方法を工夫しなければなりませんし，心出しも心要です．

薄肉パイプは難物です．三爪チャックでつかみますとオムスビ形に変形し，削り終わってチャックから外しますと元に戻るため円筒になりません．その上，切削中にカン高い騒音やビビリに悩まされます．ひどくない時は竹またはプラスチックの棒(ブラシの柄など)で上から押さえながら削ると止まりますが，図5-11のようにキッチリした蓋をはめて変形を押さえ，それでもビビるときは内部にボロ布や木を固く詰めてビビリを防ぎます．図5-12は木の板を立てて穴をあけ，即席

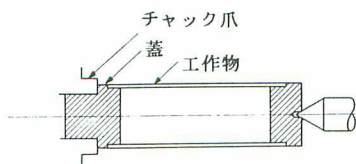



図5-11

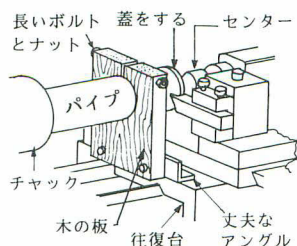



図5-12

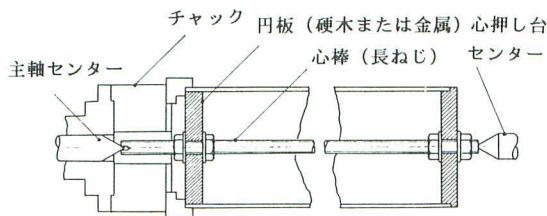



図5-13

の振れ止めにする方法です．しかし，肉厚が非常に薄い，例えば0.3mm程度の空き缶などを突っ切るのは容易ではありません．

寸法の大きいパイプは，肉厚が厚くてもチャックから外れて飛び出しやすく，大変危険ですから充分な保持の工夫が必要です．図5-13はその一例で，市販の長ねじ(俗称ズンギリ)とナットで2個の円板を固定し,両センター加工でその外径を削ってからパイプをはめています．回転動力を伝えるために左端を四爪チャックでつかんでいます．かなりコッたやり方に見えますが，1個しか材料がないときは万全を期すべきです．

時計や模型などの**きわめて小さい部品**を悪戦苦闘して削り終わった途端に行方不明になり，探せど見当らず腹の立つた思いはだれにも経験あるところです．また，**つかみにくい形の工作物**をじかにチャックにくわえることは容易ではありません．これらは大きい真鍮ブロック(輪切りにした棒，角材など)にハンダ付けして，ブロックをチャックにくわえてその一部分のつもりで扱いますと大変楽に加工できます．続けてミーリングをする場合もブロックをバイスにくわえて加工できます．ただしハンダ付けのペーストやフラックスは切削前によく洗っておきませんとチャックやバイスが錆(さ)びることがあります．ハンダの替りに接着剤も使用できます．

挾みリング，スペーサー，割りリング

薄い円板状の小さい工作物を主軸に直角につかむのは慣れないうちはパズルで

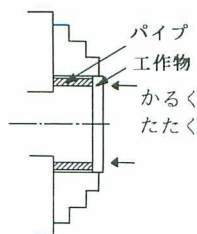
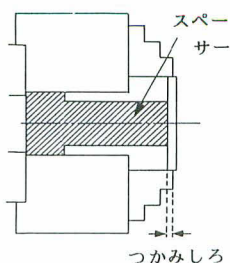
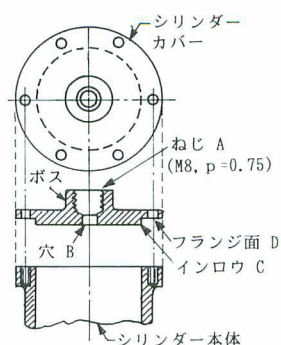
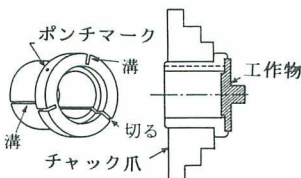



図5-14　図5-15　図5-16　図5-17

す．爪を引っ込めた心押し台ドリルチャックで押しながらくわえると割に正しくくわえられますが，寸法的に無理な場合もあります．ここでは三つの方法を書いておきます．

①図5-14のように工作物よりやや小さい径のパイプ(挾みリング)をチャック面に挾んで，小さい真鍮またはプラスチックハンマーで工作物を軽くたたいて落ち着かせてから切削します．このパイプの左右の切り口は平行でなければなりま

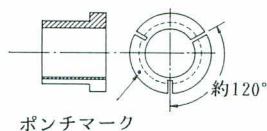



図5-18　図5-19

せんから，少し長いめのパイプを三爪チャックにくわえて右端面をきれいに仕上げ，チャックから外さずにそのまま，よく切れるバイトを使って爪の近くで突っ切って作ります．

②また別の手段として,「スペーサー」を作っておくと大変利用価値があります(図5-15)．チャック穴にきっちり合わせて削った段のある丸棒です．これも両端が平行になるよう，くわえ直さずに削ります．全体の長さを伸縮できるように作っておけばより用途が広くなります．

③両面から加工したいが心が狂っては困る場合や，外周に爪キズをつけたくない場合などは上の方法では不適当です．図5-16の例は小型エンジンのシリンダーカバー(蓋)です．ねじAの軸と穴Bと印篭(いんろう)部Cは心が一致し，6個の穴のあるフ

ランジ面Dと穴Bが直角であることが重要です．最初にボス(突起部)をくわえて外径，フランジ面，インロー外径，を加工します．問題は，裏返して今削った外径を三爪にくわえますと，まず絶対に心が一致しないことです．そこで図5-17のような「割りリング」が必要になるのです．作り方は，軟鋼棒を削ってつば付きのパイプを作ります．つばを外にして三爪チャックの爪にぴったり押しつけてくわえます．つば部分に，中ぐりバイトを使って図のように円板径(この例では図5-16の外径)に合わせた段を作ります．一番のチャック爪に対する所にポンチを打って合い印にし，チャックから外してマークの反対側を手ノコで縦に切り，内側のカエリ(切り口のメクレ上がり)をヤスリで削り取り，リングがすぼみやすいように2か所に縦溝を入れます(目分量で120°間隔)．上のように片面を加工した工作物を段部にはめ，ポンチマークを一番の爪に合わせて三爪チャックにくわえ，ボス部を加工すると正しく心が出ます．

ついでに，図5-18のような割りリングを三爪チャックにくわえると**コレットチャックの代用**になります．変わった使い方としては図5-19のようにすれば，大径コレットに小径工作物をくわえる二重コレット？ができます．割りリングの外径はコレット穴に合わせてできるだけ正確に削り，穴径は工作物に合わせ，最後に縦に溝割りをします．最初から小径穴で製作されたコレットほどの精度は期待できず，使い方としては邪道かも知れませんが，結構役に立ちます．

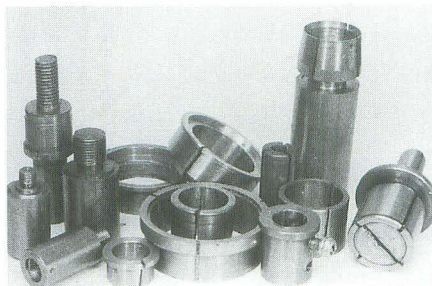



写真5-20　割りリング，ねじブッシュの例

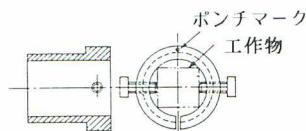



図5-21

角棒を三爪チャックでくわえることができます．筆者のようなズボラ人間はチャックのつけ替えすら面倒なので，図5-21のような「角棒を三爪チャックでくわえる割りリング」を作って愛用しています．穴径を角棒の対角線にピッタリに削り，一か所だけ切り割り，押しねじを立てるだけです．押しねじを緩めて角棒を差しこみ，チャック爪を締めて角棒を把握したら押しねじを締めます．押しねじなしにくわえますと万一スリップしたときにカドが割り溝にはまるので危険です．

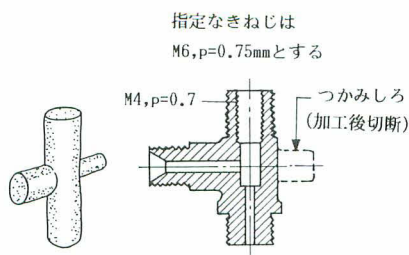



図5-22

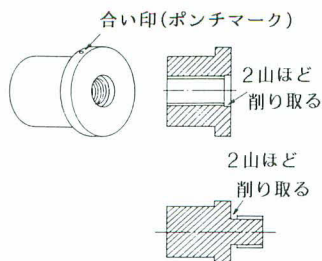



図5-23

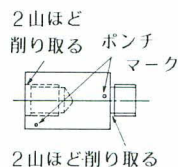



図5-24

ねじブッシュ

ねじをつかむと山がつぶれます．しかし段取りをいかに工夫しても，ねじをくわえないと加工できない場合があります．図5-22右は蒸気模型用のコック(水または蒸気の止め栓)の本体断面です．丸棒を十字にロウ付けしたものまたは砲金鋳物(図左)から削ります．下端を三爪チャックにくわえて上端のねじおよび穴を削り，ひっくり返して今切ったねじの部分をくわえて反対側(初めにくわえた部分)にねじを切ります．次に点線のつかみしろをくわえて反対側のねじと穴を作り，ひっくり返して今切ったねじをくわえ，つかみしろを突っ切ります．このような加工はねじブッシュ(ねじヤトイ？)がないとできないのです．

図5-23上はおねじをくわえるブッシュ，下はめねじ用です．快削鋼の丸棒をフランジを残して適当な径に削って三爪チャックにくわえ，割りリングと同様に合い印を打ち，タップを立てます．ねじの入口2山ほどを小さい中ぐりバイトかドリルで削り取ります．これは，ねじこまれる工作物のおねじの根本の1～2山の形が不完全で奥までねじこめないので逃すためです．下の図のおねじ用のブッシュも同様に根本の2山ほどを突っ切りバイトで削り取ります．また，タップダイスで立てたねじは倒れや偏心があって工作物がまっすぐに立たないので，ブッシュ端面を直角に仕上げて工作物のあたり面にします．合い印を一番の爪に合わせてくわえ，工作物をねじこみます．図5-24のように同サイズのおすとめすを両端に，一つ物に作っておくと一層便利です．

以上のようないろいろな形式とサイズの割りリングやブッシュを，必要に応じ

て作って蓄積しておくと大変便利です．頻繁に使うのでなければ，軟鋼で作れば焼きを入れなくても充分使用に耐えます．常にポンチマークを爪に合わすことと，もしチャックが締め穴三個のタイプなら，いつも同じ穴で締めることを守れば繰返し使用できます．図5-4のように3～4本のねじで面板に固定するチャックの場合は，チャックを取付けるたびに爪と主軸の角度関係が変わらないよう，合印をつけておけば一層よろしい．

とくに精度を望む場合はそのつど新たにリングを作っても大した手間ではありません．

ヤトイ

すでにあいている**穴を基準にして加工する**，あるいは穴の中心軸に対して直角に端面を削るといったような仕事は日常非常に多く，心振れなく回転する「ヤトイ」と呼ばれる仮の軸を作って，工作物をこれに差しこんで削るのが昔からの常套手段です．図5-25 a は日常的に使われている一番簡単な例で，あり合わせの丸棒を三爪チャックにくわえて工作物の穴に合わせて削り，工作物をはめて摩擦で保持させるだけです．工作物がスリップすると役に立ちませんから穴径より0.05～0.1mm くらい太くしておき，先端にヤスリできわめて緩いテーパーをつけます．ここに工作物の穴を押し付けるとテーパーの途中に痕跡が残りますから，痕跡まで削り取らないよう気を付けて平行部の外径をバイトできわめてわずか削り，工作物を木またはプラスチックハンマーで軽くたたいてはめます．あまり固

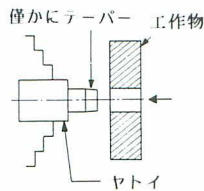



図5-25a

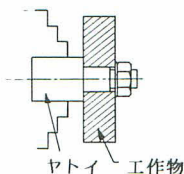
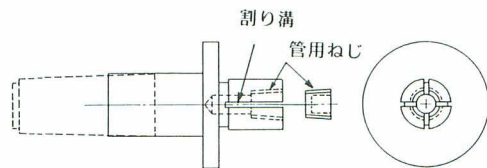



図5-25b

図5-25c

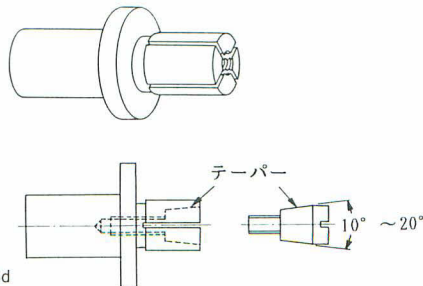



図5-25d

くはめますと抜くときに困りますから多少練習が必要です．径を合わすのがちょっと苦労かも知れませんが慣れればもっとも速くて手軽な方法です．図5-25 b は尖端にねじを切ってボルト締めするタイプで，外径を削る場合には好都合ですが，ナットが邪魔で端面は削れないのが難点です．なお，ヤトイの段差部は工作物を軸に対して直角に保持する助けになりますからていねいに仕上げておきます．図5-25 c は尖端に管用ねじ（テーパーねじ）を切ってから四つ割りにして，六角穴付き管用ねじをねじこんで締めると広がって工作物を固定するタイプ，図5-25 d は管用ねじの代わりにテーパープラグを作ってねじこんで広げるタイプです．

これらの例のように三爪チャックにくわえてから工作物に合わせて削ったヤトイは使い捨てで，チャックから外してふたたびくわえると心が出ません．反復使用するには四爪チャックを使ってそのたびに心出しをするか，またはコレットチャックを使わねばなりません．それで，この章の目的からは外れますが，図25 c の点線のようにテーパーシャンクに作って，チャックを使わずに主軸テーパー穴に直接はめて使えばその手間はいりません．あるいは両センターで保持する図5-

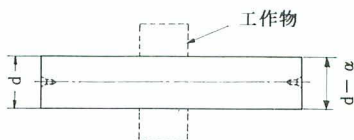



図5-26

26のタイプもよく使われ，反復使用には最適です．両端にセンター穴をあけ，ごくわずかなテーパー（長さ100mm につき0.1mm 程度）をつけて外径を削った丸棒です．

チャックが小さくてヤトイを充分な力でくわえられないときは，工作中にヤト

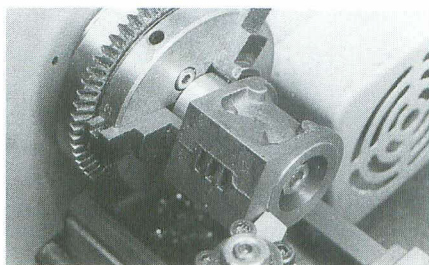



写真5-28

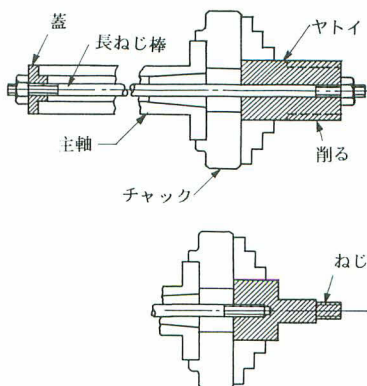



図5-27

イごと動いて心が狂ってしまったり，チャックから抜け落ちて工作物まで破損することがあります．図5-27のように主軸を貫通して長いねじ棒で締めますと非常にしっかり固定できます．写真5-28はボーリングすみの鋳物をこのヤトイにはめて端面を削っているところです．ヤトイが大変長い場合は，貫通しているねじ棒の先端にセンター穴をあけて心押し台センターで押せば，しっかりと保持できます．

6．四爪チャック，コレットなど

四爪チャック

三爪チャックよりも把握が強いので三爪チャックでは心配な大きな工作物の加工が可能です．また，工作物の位置を自由に動かしてくわえられるので，精密を要する加工ができます．そして角でも丸でも複雑な形でもくわえることができますから，鋳物などの切削にも威力を発揮します．このように三爪チャックよりもはるかに多くの用途があり，四爪によって旋盤の利用範囲が飛躍的に広がります．

角材を削り出す

四爪チャックの典型的な使い方の一つは，丸い材料から角材を削（けず）り出すことです．図6-1はその例で，円柱から立方体を削り出す順序です．丸棒を突っ切って円柱を作り，切り口はできるだけ平行に削っておきます．図の1のように円柱を縦にくわえて，矢印のようにバイトを送って円周の一つ(斜線部分)を削ります．次に今削った面を2のように爪の一つに押し付けてすぐ隣を削ります．同じことを反対側の隣にも行います．3で最後の面を削ってでき上がりです．このように爪の面を頼りに直角に隣合う面を削って行くことによって直角が出ます．この場合二つの

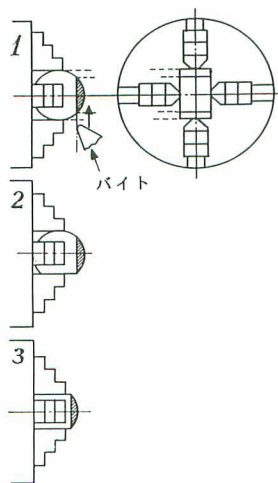



図6-1

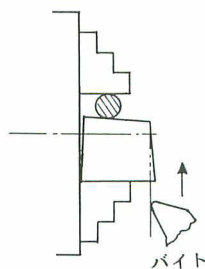
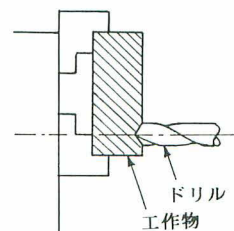



図6-2

図6-3

面の平行が良くないとか一方の面に凹凸があると，強くつかむと爪を傷める上に，切削中にせり出してきて直角が狂ってしまいます.図6-2のように一面を仕上げて爪に押し付け，反対側に丸棒(場合によっては球)を挾んで締め，注意して少しずつ削ります.図6-1の方法で削った面が直角にならないときはこの点を疑ってみる必要があります.

四爪は角材の面削りにも使う機会が多いのですが，工作物が細長ければ爪のうちの二つを外爪にしてくわえ，面積の大きい工作物は四つとも外爪にしてくわえます.外爪の場合，図6-3のように工作物の端近くで穴あけすると爪まであけてしまうことになりますから注意します.

四爪チャックの心出し

四爪チャックがその真価を発揮するのは,4個の爪を独立に動かして工作物の回転中心を旋盤の回転中心に精密に一致させる「心出し」ができることです.工作物をつかむたびにしなければなりませんから面倒がられるのですが，決して難しいことではなく，精密加工には欠かすことのできない仕事です.

図6-4は丸棒の**外径を基準**にして心を出す例です.チャック面に刻まれている同

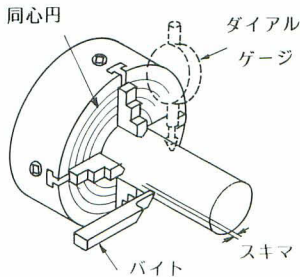



図6-4

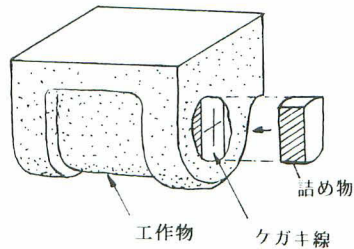



図6-6

心円を頼りに，工作物がほぼ中心に来るようにくわえます.工作物にバイト(突っ切りバイトが分かりやすい)を近かづけ,チャックを手でゆっくり回しながら隙間を観察し,一番広くなったとき手前の爪をわずかに緩め,180°向こう側の爪を軽く締めます.さらにチャックを回しますと今度は別の場所で広くなりますので同じことを繰返します.振れが少なくなるにつれてバイトを前進させて隙間を狭くしますとさらに細かい振れが判別できます.振れが充分小さくなったら，今度は反対に隙間の狭い場所を探してその爪を微妙に(感触で)締めます.しかし，力まかせに締め過ぎないよう注意が必要です.バイトの真上にルーペを置き，下に白紙

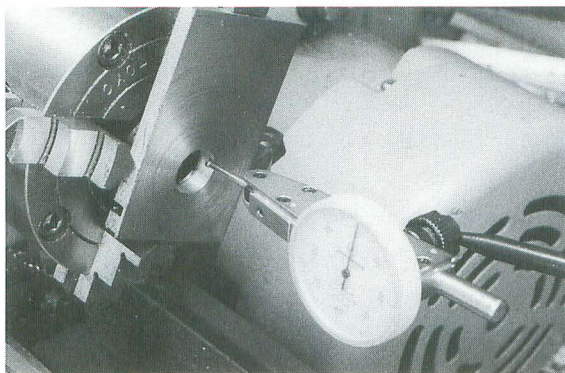



写真6-5

を敷きますとわずかな隙間もよくわかります．さらに精密に合わせるには点線のようにダイアルゲージをあてて針の振れを見ながら同じ要領で行います．

穴の振れを修正するには写真6-5のようにテコ式(レバー式)ダイアルゲージで調べて爪をうごかして修正します．

鋳物の穴(鋳抜き穴)は不規則な形をしています．これを正しい位置にセットするには図6-6のように入口に硬い木片か真鍮(しんちゅう)の詰め物を固く押しこみ，中心をケガいてポンチを打ち，穴径の円を書いてからチャックにくわえます．トースカンを横送り台の上に置いて針先を円に合わせます．チャックを手で回してトースカンの針先に対する円の振れを調べ，上と同じ要領で振れがなくなるまで調節します．精密にするには図6-7下図のような丸棒を造り，先端をポンチ穴にはめ，右端を心押し台センター(第83頁参照)で軽く支えておきます．ダイアルゲージを棒の上面に軽く接触させて固定し，チャックを手で回しますと棒が揺れてゲージ針が動きます．針が振れなくなるまで爪を調節します．詰め物はボーリングの初めに

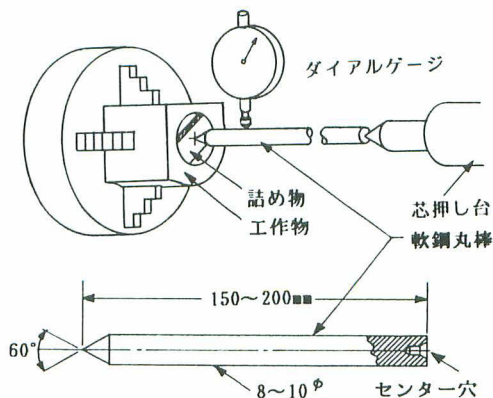



図6-7

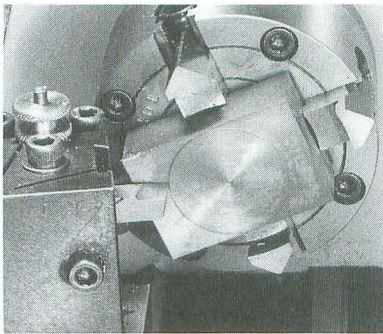



写真6-8

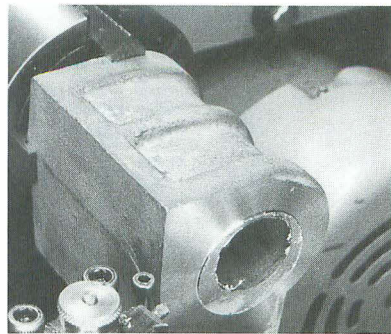



写真6-9

抜くか削り取ります．ダイアルゲージがなければ後述のセンターファインダーを作ればダイアルゲージよりやや精度は劣りますが実用上充分な修正が可能です．

角棒の心出しは，四爪にくわえて図6-4同様に突っ切りバイトを近づけて，四つのカドとの隙間を見ながら爪を調整すればよろしいが，材料のカドがダレているときは無意味ですから，端面に中心をケガいてポンチを打ち，図6-7と同様にします．

写真6-8は角材の面削り，6-9は限界に近い大きく重い鋳物をくわえて右端面を削っている例です．すべてを紹介するのは不可能ですがこの他にも無数に使い道があります．

センターファインダー

四爪チャックまたは面板に取付けた工作物の回転中心を旋盤の回転中心に合わせる心出し道具で，チャックのアクセサリーとしてついでに述べておきます．

図6－10はよく紹介されている例で，金属リングの両側に長短2本のロッドが固定されています．刃物台に固定した角棒に心高に合わせてポンチマークを打って，ここに短い方Aの右端をはめ，左端を工作物のポンチマーク（回転中心にしたい場所）にはめ，往復台全体を軽く左に押してポンチマークからはずれないように保持します．四爪チャックまたは面板を手で回しますと工作物のポンチマークが円を描き，それにつれてロッドBの右端はB/Aに拡大されて円を描きます．例えばA＝30，B＝300mmですと拡大率10倍ですから，工作物のポンチマークが直径1mmの円を描いたときBの右端は10mmの円を描きます．そこで，チャックなら爪を動かして，面板なら真鍮またはプラスチックハンマーで軽くたたいて工作物の位置をずらせて修正し，チャックを回しても右端が振れなくなったら心出し完

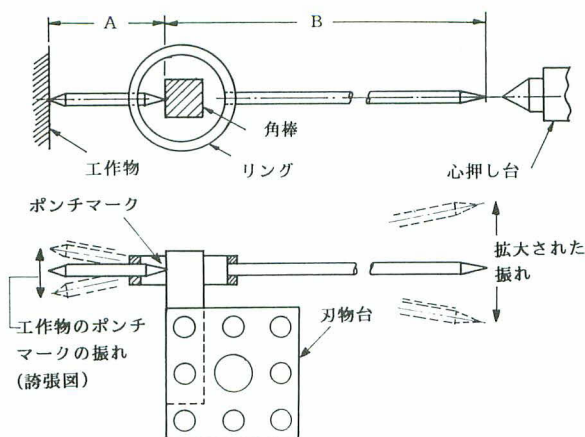



図6-10

了です．こんな道具でもポンチマークの振れを0.05mm位に押さえることは難しくありません．

図では心押し台センターの尖端と見比べるように書いてありますが，普通なかなかロッドが良い位置に来ませんから，図6-11のように心押し台ドリルチャックに4～5センチの糸ハンダをくわえてロッドの方へ曲げておくとよくわかります．

図6-10の構造では旋盤から取り外す度にバラバラになって厄介なので筆者は図6-12，13のように，角棒を挟んでカシメた2枚の燐青銅板で10ϕ ボールを挟み，このボールに長い1本のロッドを貫通してねじ止めした構造にしています．ボールは真鍮，ブロンズ，ステンレスなど何でもよく，三爪チャックにくわえて穴をあけます．鋼球なら赤くなるまで加熱してゆっくり冷して焼きなましてからあけま

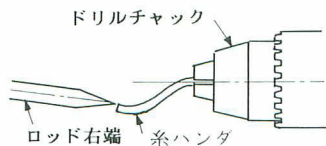



図6-11

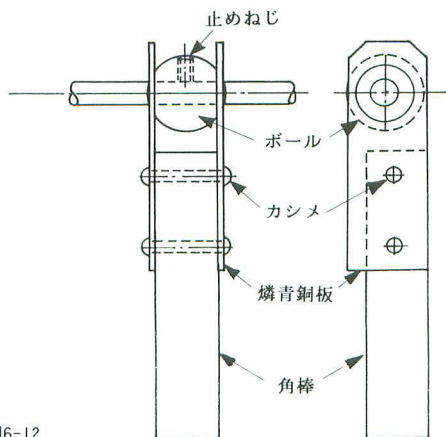



図6-12

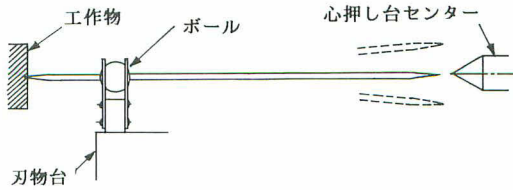



図6-13　センターファインダー

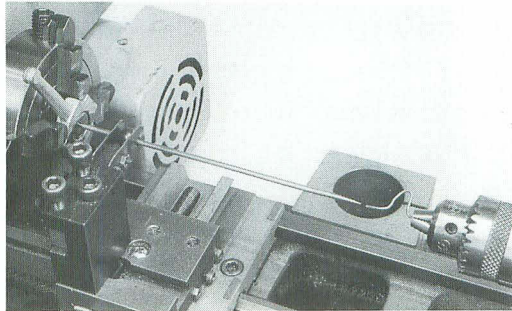



写真6-14

す．再焼き入れの必要はありません．ロッドは4〜5mmφぐらいで，ドリルロッドで作って尖端を焼き入れすれば上等ですが，普通のナマの軟鋼棒でも差し支えはありません．製作精度はあまり関係なく，滑らかに動きさえすればよろしいのです（写真6-14）．

コレットチャック

特定の太さの丸棒を最小の振れでつかむことを目的としたチャックで，丸棒の加工には非常に便利です．三爪や四爪のように任意の外径をつかむことはできず，呼び直径に対し±0.05mm程度以内(明確な基準はありません)の誤差の磨き棒(引抜きで製造した棒)か，削った棒しかくわえられません．

図6-15のように主軸に挿入して引きねじ棒で引っぱって締める「引き棒式」と図6-16のように主軸端にコレットホルダーを取り付けて袋ナットで締める「押し

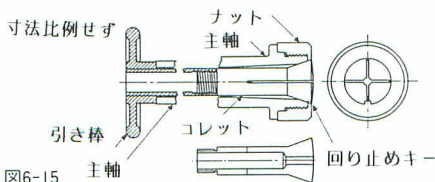
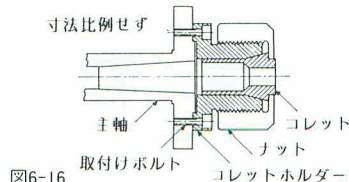



図6-15　図6-16

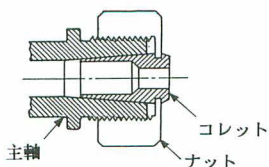
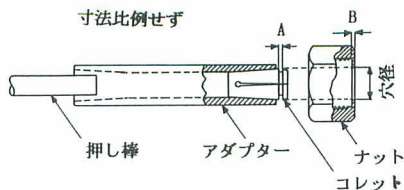



図6-17　図6-18

こみ式」があります．後者のタイプで図6-17のようにコレットの先に溝を切ったものがあります．これにはアダプターが付属していて，工作物を差しこむ前に図6-18のようにコレットをアダプターに押しこんで頭部の径を小さくしてからナットの穴Bに差しこみ，Bにひっかけながらアダプターを抜き，その後工作物を差しこみ，最後に主軸に押しこみます．A，Bをはめずにコレットをいきなり主軸に押しこみますと，外れなくなったりコレットを破損したりします．抜くときはこの反対で，ナットごと主軸から外し，工作物を抜き，アダプターを押しこんで頭径を小さくしてからナットを抜き，コレットを押し棒(あり合わせの棒)で押し出します．

コレットの割り溝や主軸テーパー穴をよく掃除してから使用しないと精度を損なうことがあります．取扱の注意はこの章の終わりにまとめてあります．

ドリルチャック

心押し台または主軸に差しこんでドリルやリーマーをくわえます．図6-19のようにチャック本体，チャックハンドル，シャンク(アーバーともいう)でセットに

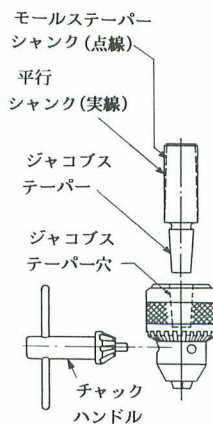



図6-19

なっています. ジャコブステーパー側はチャック本体に固く押しこんであり, 反対側は旋盤の主軸または心押し軸のテーパー穴に合わせたモールステーパーになっていて, これを抜き差しして着脱します.

ドリルチャックは工具箱に投げこんだりして粗末に扱われているのを見かけますが, 他のチャックと同様に注意が必要です. 時々洗い油で洗って, 爪を下にして乾かし, あと油引きしておきます.

チャック取扱いの一般的注意

三爪, 四爪チャックに限らず, どのチャックも精密な研磨加工品ですから長い間精度良く使うには細心の注意が必要です.

①ゴミやキリコ(削り屑)を噛(か)みますと機械を傷め精度も落ちるので主軸端もチャックもていねいに掃除してから組合せます. 爪はブラシで, スクロール溝はマッチ棒の尻などで掃除してからはめます. 取外したチャックは爪を下にして伏せて置きます.

②乱暴に締めることは禁物で, チャックハンドルで大体締めた後ちょっと力を入れて締めれば充分です. パイプを継ぎ足して無理な締め方をする(図6-20)と破損します.

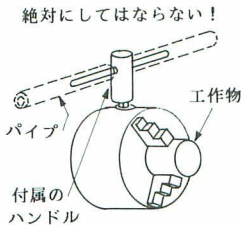
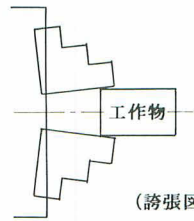



図6-20　図6-21

③爪先だけでつかんで力まかせに締めると誇張図6-21のようにチャックが変形して精度を損ない, ひどい時は破損します. やむを得ない時以外は爪の全長でつかみます.

④コレットチャックには磨き棒または削った棒以外ははめてはなりません. もちろん黒皮丸棒や異形材をつかむことも禁物です. 呼び寸法からかけ離れた材料をくわえたり, 爪先だけでつかむと3と同様にコレットが変形破損します.

⑤爪の尻はなるべく出さない. チャックの周囲から爪が大きくはみ出した状態で工作物を締めますと噛合い歯数が少ないので大きな力がかかり, 歯を折ることがありますし, 回転中に手をふれるとケガをします.

7. 面板の使い方

工作物をつかむ手段でもっとも応用範囲が広くて確実なのは面板です．四爪チャックでもくわえられない大きな工作物，異形材，鋳物，チャックで締めると変形してしまうほど肉の薄い工作物などは面板がなくては加工ができないといってもよいでしょう．

単純な円板なのでつい粗末に扱いがちですが，主軸に対する直角度と表面の平坦さが生命ですからキズを付けないよう，チャックと同じ注意が必要です．

主軸に取り付ける方法はチャックと同様にねじこみ式とフランジ式があります．いずれにせよキリコやゴミが挟まったまま取付けると直角が狂い，直径が大きいので周辺部では大きく振れますから，あらかじめ取り付け面やねじを充分に掃除します．

面板が威力を発揮する鋳物切削を重点に説明しますが他の材料でも同じです．鋳物の寸法基準面をヤスリで仕上げて，定盤(次章参照)の上で必要な線をケガき，回転中心にはポンチを打って用意しておきます．鋳抜き穴など不完全な穴の心出しは四爪チャックで述べたのと同じ要領です．

工作物の固定要領は面板の値打ちを左右しますから工夫の見せどころです．基本的には2か所以上で固定すること，締め付け力を分散して工作物を変形させないよう注意すること，面板上の重量配分が悪いと振動して危険な場合がありますから，金属製歯車や円板など手もとにあるものを適当に取付けて重りにしてバランスを取ります．そして万一締め金やボルトが緩んだ場合を考えて，低速か，せいぜい中速回転で切削します．

工作物を軽くたたいて位置を合わせる仕事がつきものですから，木ヅチかプラスチックハンマーが必要です．図7-1ぐらいの真鍮ハンマーも役立つので作っておくとよろしい．軸はドリルロッド，頭と握りは真鍮です．

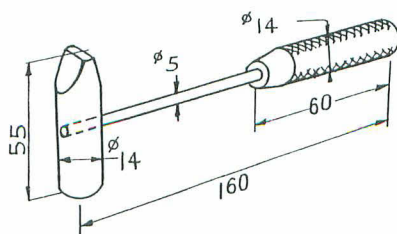



図7-1

固定法-1　ボルトや締め金を利用（図7-2～4）

面板にあいている3～6個の長穴またはＴ溝にボルトを通し，必要なら締め金を使って，大体の回転中心の見当をつけながら工作物を2か所以上で仮締めします．横送り台の上にトースカンを置き，針先を回転中心のポンチ穴に合わせます．面板を手で回してポンチ穴の振れを見て上記のハンマーできわめて軽く細かく工作物をたたいて位置をずらせます．ポンチ穴が振れなくなったら忘れずに増し締めをします．もっと正確な心出しが必要ならセンターファインダーあるいはダイアルゲージ等を利用します．

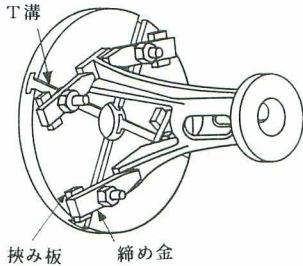



図7-2　　図7-3

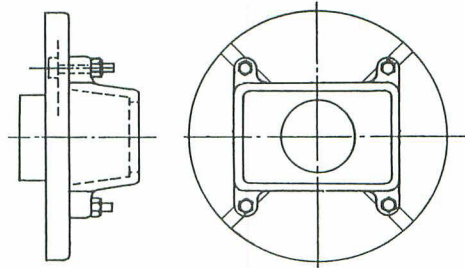
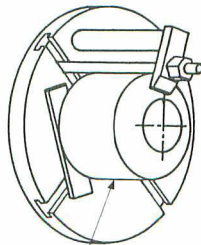



図7-2は典型的な例で，取りつけ穴のない鋳物を4個の締め金で固定しています．図7-3は鋳物の脚の4個の穴を利用してねじ止めし，面の仕上げ削り（けずり）とボーリングをするところです．差し支えなければ穴を先にあけておくとこのように固定に利用できます．図7-4は偏心穴あけの例ですが，穴ぐりのとき面板まで削らないよう板を挟んで工作物を浮かせています．板のかわりに平行な挟みリングが良い場合もあります．図には締め金が一組しか書いてありませんが，もちろん2か所以上で固定しなければなりません．

図7-4

固定法ー2　アングルを利用する(写真7-5～図7-7)

アングルを利用しますとさらに複雑な加工ができます．こうした取り付けの工夫は面板の一番面白い仕事です．よく使われる例を挙げておきます．

写真7-5は枠形の鋳物の一辺を削っています．アングル自体が重いので貫通ボルトでバランス用の重り（鋳物の右側に丸く見えています）を固定してあります．写真7-6はやはり面削りの例で，市販のアングルを切ってヤスリかミーリングで直角に仕上げ，2個向い合せて面板に固定し，貫通ボルトで締めています．この使い方は非常に有効で，薄肉アングル(アルミも可)でも充分しっかり保持できます．図7-7は模型シリンダー鋳物のボーリングで，1個のアングルと角棒で工作物を挟んでいます．左下はバランス重りです．肉厚の鉄アングルを使わないとビビります．

写真7-5

写真7-6

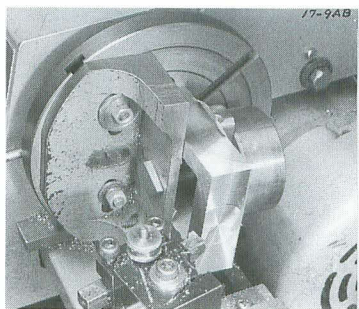
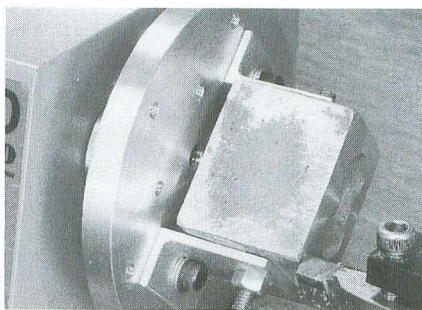
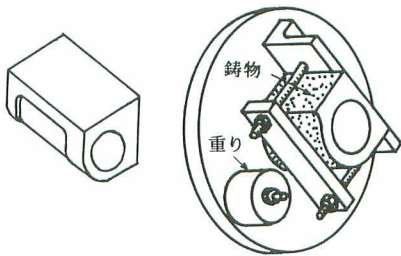
図7-7

固定法ー3　その他の例

図7-8は左図のコンネクチングロッドの小端のピン穴あけで，つかみにくい品物を平行クランプを利用してしっかり固定しています．図7-9は小型ミーリングバイスを固定して角材の穴ぐりをしています．左下のバランス重りで回転の安定をはかっています．左上から中央に向いている棒は，同じ加工を反復するため工作物

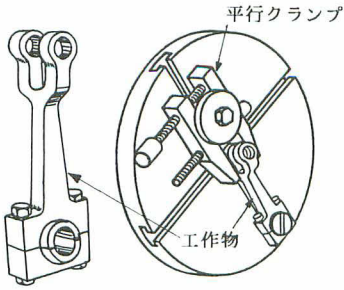



図7-8

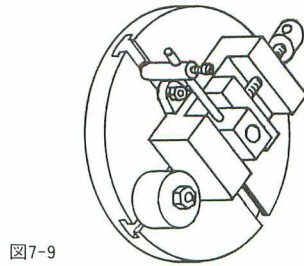



図7-9

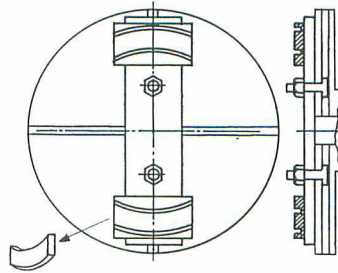



図7-10

の位置を揃えるためのものです．図7-10は円弧形の品物を一度に2個ずつ削り出す仕事で，面板に長い角鋼板（または真鍮）を固定し，その両端に材料の板をハンダ付けしています．中ぐりバイトと片刃バイトで削ることもできますが，時間がかかるのでトレパニングバイト（第16章参照）で溝を掘って切り離し，ハンダを融かすと完了です．こういう作業は断続切削なので低回転で行い，とくに，工作物が鋼材で，切削半径が大きくて旋盤の振り寸法に近いような場合はショックで旋盤を傷めることがありますから，面板の外周を木片などで突っ張って軽いブレーキをかけながら削るなどの対策が必要です．

締め金

締め金（クランプ）を使うと工作物をしっかりと面板に固定できます．旋盤メーカーでアクセサリーとして販売しているのでたいてい間にあいますが，必要に応じて自作しても大した手間ではありません．図7-11～13が一般的に使われるＴボ

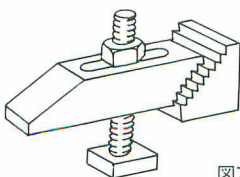



図7-11

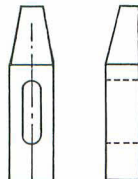



図7-12

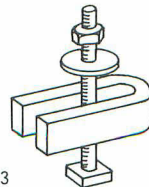



図7-13

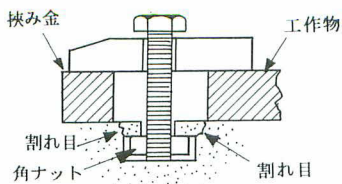
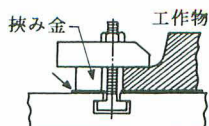
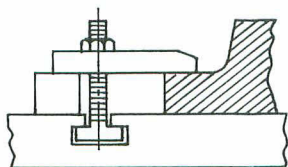
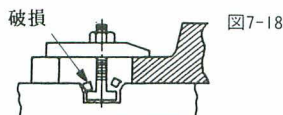
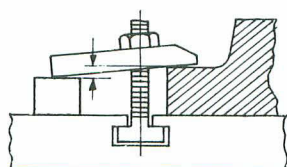
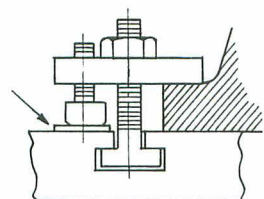
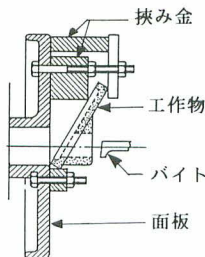
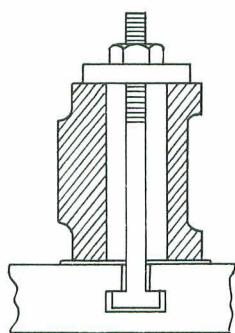



図7-14
図7-15
図7-16
図7-17
図7-18
図7-19
図7-20
図7-21

ルト(角頭ボルト)で締める例です．図7-14のようにT溝に角ナットを入れて普通のボルトで締める方式は，ナットから下にボルトが突き出て突っ張った状態になることがあり，無理に締めますとT溝のアゴを破損する危険がありますのでとくに気を付けねばなりません．Tボルトを使って図7-15のように挟み金と工作物でアゴを押さえこむのが正しい締め方です．矢印の所に厚手の紙を挟みますと面板に傷がつくのを防げますし，切削中に工作物がズレにくく安定します．図7-16のように締めボルトが工作物から遠くなると挟む力が弱くなって工作物がズレる恐れがありますし，図7-17のように平行でない締め方をしますと一層危険です．締めるにしたがって反ってしまうような弱い(薄い)締め金は，同様によく締まらないので事情の許す限り厚い締め金を使います．めったにないことですが，締めボルトの遠くで突っ張って無理に締めますとアゴが折れる場合もあります(図7-18)．ボルトを挟み金の代わりに使うときはボルト頭で面板表面に傷を付けないよう真鍮等の軟らかい板を挟みます(図7-19矢印)．工作物を斜めに固定するには滑

り止めのブロックを固定しさらに上から押さえます(図7-20).

工作物にかかる力は想像以上に強く,切削中に工作物がズレて破損することがありますから,繰返しますが必ず2か所以上で締めることがもっとも重要です.ただし図7-21のように貫通穴のある工作物は,下面が平らに仕上げてあれば大きなワッシャと1本のボルトだけで締めることができます.

木の面板も役に立つ

面板は金属でないといけない理由はありません.硬木やベニヤがしばしば利用されます.振り寸法一杯の円板を面板にねじ止めして(図7-22)表面をたいらに削りますと大型の品物を削るのに便利です.写真7-23は厚いベニヤ板を貼り付けてから中ぐりバイトで座ぐりし,車輪の鋳物をたたきこんで裏面を削ったところです.もちろん面板の寸法に余裕があれば工作物を木ねじで止めることもできますし,工作物が木なら両面テープで貼るだけで固定でき,心押し台で押しますとさらに強く接着しますから安全です.しかし,あまり面積一杯に貼ると接着が強くてあとではがせなくて困ることがあります.

図7-24はチャックに木の円板をくわえて面板とし,穴も凹凸もない工作物(金属板)を心押し台センターで挟むように保持して外径を削っているところです.工作物が飛び出すと危険ですから低速で削ります.なお,両面テープで貼って挟むとより安全です.

写真7-23

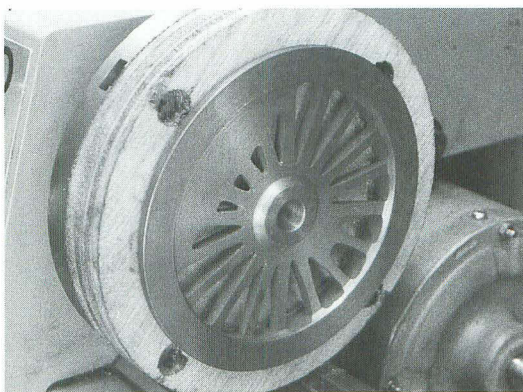
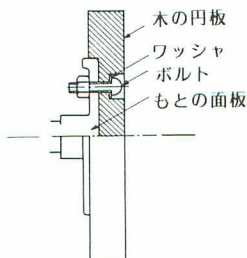



図7-22

面板を大きくする

旋盤付属の面板の直径が小さいと何かと不便です.適当にタップ穴をあけた大きく厚いアルミ板を,図7-22と同じ要領でもとの面板にねじ止めしますと非常に

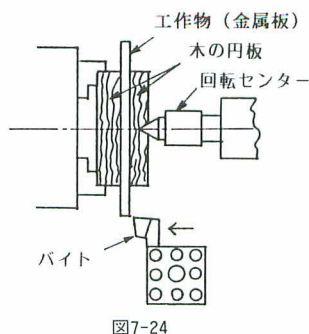



図7-24

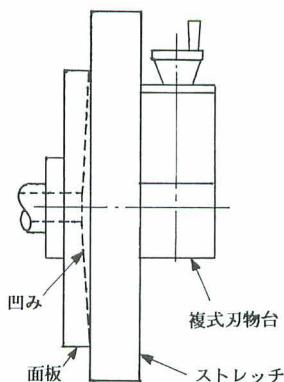
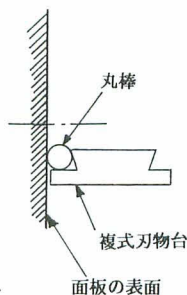



図7-25

使いよくなり，より大きな工作物を振り回すことができます．前の写真7-6はトヨML-210旋盤の標準付属の面板に，直径110mm，厚さ10mmのアルミ板を重ねてねじ止めし，表面をきれいに削ってあります．タップ穴は必要に応じて好きな場所に立てます．あまり薄いとビビリのもとになりますから厚い板を使います．厚く重いとはずみ車効果も加わって回転が安定します．

面板の修正

面板を自作したとき，その面を普通に削りますと主軸に対して直角にならず中央がくぼむ(第9章面削り参照)ので，精密な面板とはいえません．凹まずに直角に削る方法を(第9章で書くべきことですが)ついでに書いておきます．

ひとまず普通に横送り台を送って削り，きれいな面にします．図7-25のように面板の直径に渡すようにストレッチ(金属製直定規，ストレート エッジの略語？)を水平にあてがいますと，中央部が点線のようにごくわずか凹んでいるのがわかるはずです．複式刃物台を90°回転してその側面をぴったりストレッチにあててセットします．図の場合は複式刃物台と往復台のハンドルどうしが衝突して削れないので，向う側へ90°回転しています．これで複式刃物台の動きは面に平行になったはずです．今度は**複式刃物台を使って**ふたたびきわめて軽く削ります．周辺部はキリコが多く中央ほど少なくなり，直角な面に削れます．もちろんバイト(剣バイト)はよく研ぎ，刃高に注意し，切削油をつけ，低速回転で，ゆっくり送り，ていねいに削らなければなりません．ストレッチがなければ厚く丈夫な30cmのスケールで代用できないこともありませんが，きわめてわずかですがエッジが曲がっているものが多いので良いのを選びます．

複式刃物台外側面の精度や仕上げが信用できない場合は，図右のように複式刃

物台の上部を取外し，まっすぐなドリルロッドをアリ溝と面板の間に挟み，面板との隙間を見てセットします．また，旋盤によっては複式刃物台の行程が短くて全面を削れない場合もあり，旋盤個々に事情が違いますから多少の工夫が必要です．

これが正しい方法かどうか知りませんが実用的には充分役に立ちます．

8．ケガキと穴あけゲージ

ケガキの道具と使い方

加工場所を示す線を正確に書きこむことをケガキ(罫書き)といい，穴あけやミーリング，鋳物の旋盤加工などには欠かせない仕事です．書いた線が加工途中にすり減ったり，切削油に流されて見えなくなると困るので，鋭く硬い**ケガキ針**ではっきりと刻まなければなりません．ただし，ボイラーなどの圧力容器は切り傷を付けてはならないので鉛筆でケガきます．ケガキ針は，不要になった細丸ヤスリの先端を研(と)いでも作れますがいろいろな市販品があります．鉄材のケガキには，先端に超硬棒を埋めこんだ針が長持ちします．まっすぐな針が入らない場所には先を曲げた針を使います．あらかじめ工作物の面に塗ってケガキ線を見やすくする塗料もありますが，マジックインクでも代用できます．鋳物は白チョークを塗ると見やすくなります．

ケガキは，**定盤**(じょうばん)という，精密な平面に仕上げた頑丈な板の上で行います．大変高価なので倹約して旋盤のベッドで代用してはなりません．万一，ベッドを傷めるともっと高価につきます．ミニ旋盤で扱う大きさのケガキなら板ガラスで代用できます．ガラス屋さんで10～12mm厚のガラスを25×30センチぐらいに切って周囲を面取り(カドを落す)してもらい，木の底板と枠をつけるとでき上がりです．枠を窮屈に作るとガラスが曲がりますので，大き目に作って底と周囲にスポンジを挟みます．

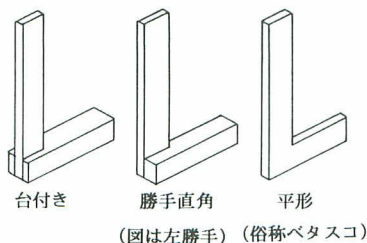



図8-1

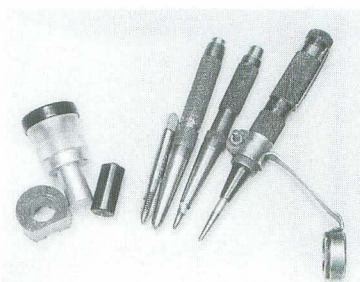



写真8-2

直角は**スコヤ**(鋼製の直角定規)をあててケガきます．ケガき以外にも必要な，なくてはならぬ道具です．用途にしたがって図8-1のように種類がありますが，も

っとも役に立つのは左端の台付き形です．定盤の上でケガく時は長さ(長辺)100〜150mm，旋盤作業中に直角を見たりするには75mmくらいの小さいのが手頃です．落してエッジに傷を付けたり狂わせたりしないように大切に扱い，工具箱に乱暴に投げこんだりしてはなりません．

ドリルをいきなり押しつけて穴をあけますと刃先が歩き回って位置が決まりませんから，穴あけ位置をケガいてその交点に**センターポンチ**(写真8-2)を打って凹み(ポンチマーク)を作って案内にします．最初ごく軽く打ち，交点からずれたらポンチを斜めに打ってずらせ，最後に垂直に強く打ち直します．図8-3のように，あけたい穴よりやや大きい円を**ケガキコンパス**(写真8-5)で書いてからドリ

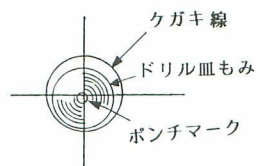



図8-3

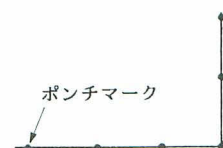



図8-4

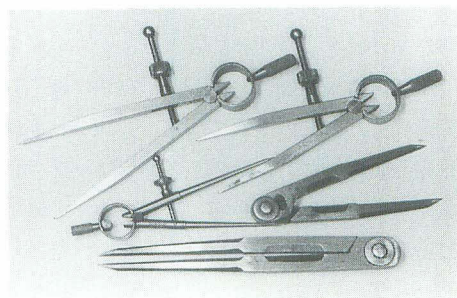



写真8-5

ルで浅い凹みを作ると交点からのズレがよくわかります．また，ヤスリがけや手ノコで切る仕事は途中でケガキ線が見えなくなることがあるので，図8-4のように所々にポンチを打っておくとよろしい．センターポンチは写真8-2のようにいろいろあります．右端はハンマー不要のもので内部にバネと重りが入っていて，強く押すだけでポンチが打てます(英国Eclipse製品)．これを図8-6の要領でレンズ付きに改造し，精密に位置を探れるようにしました．その左の2本は，市販のポンチを研(と)いで尖端角度を変えたものです．鋭角のポンチをケガキ線の凹みをレールにして滑らせると交差点が指先の感覚で感知できますから，そこできわめて軽くたたいて小さいマークを作ります．ここを鈍角のほうで強く打ち広げます．それでも8mmぐらい以上のドリルの案内としては小さ過ぎるので，小さいドリルで皿をもんでおくのが安全です．右から四番目は長い年月愛用している，折れタップを研いだポンチです．左端は3個1組のセット(米国Skidmore社製)で，左端の筒(磁石)をケガキ線上に置き，レンズ筒(中央)を挿入して視野に見える十字線をポンチ位置に合わせます．レンズ筒を抜いて右のポンチをはめてハンマーでたたきます．

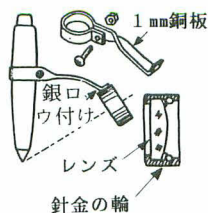



図8-6

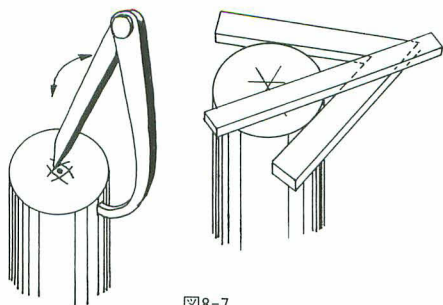



図8-7

丸棒の中心をケガくには，切り口をヤスリで仕上げてから図8-7左のように**片コンパス**で井桁（いげた）にケガいて目分量でその中心にポンチを打ち，センタードリルで下穴をあけます．数が多いときは図右の定規を作ると能率的です．

トースカン（図8-8）は一定の高さに線を引いたり，加工面の高低を調べたりする道具で，図右の**尺立て**に立てた**スケール**（物差し）の目盛で針先の高さを決めて固定します．図は定盤の上で**Vブロック**（同じサイズの2個を1組で売っている）に載せた丸棒の端面の中心に十字をケガく例で，丸棒の中心高に相当する尺立ての目盛に合わせてトースカンの針先を固定し，そのまま工作物に移して水平線をケ

図8-8

図8-9

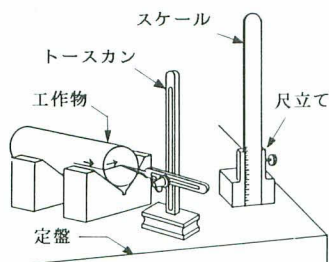
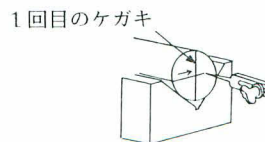
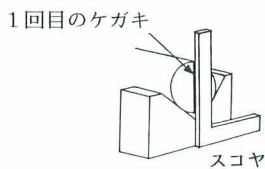
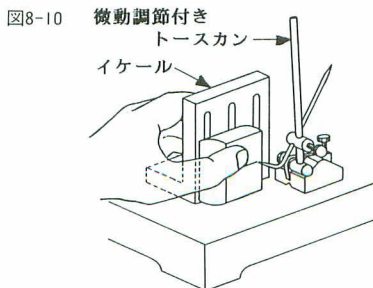
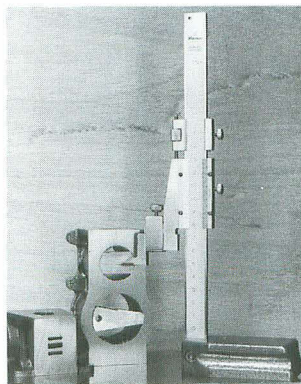



図8-10

写真8-11

がいたところです．次に図8-9上のように，工作物をほぼ90°まわし，スコヤでケガキ線を垂直に合わせ，同図下のようにもう1回水平にケガキます．これで円周が4等分されて中心が求まります．図8-10はVブロックには乗らない安定の悪い工作物を**イケール**(鋳鉄のL形ブロック)にそわせて直角に立てて平行線を引いています．イケールにあいている長穴を利用してねじ止めもできます．**ハイトゲージ**(写真8-11）はノギスを垂直に立てたような形で，トースカンと同じ用途に使われますが，はるかに便利にできていて高さの測定にも使えます．ただし高価です．

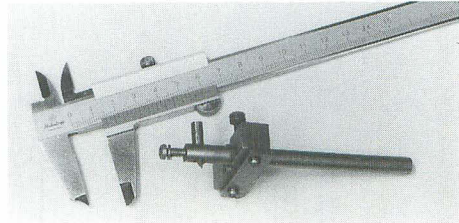



写真8-12

板の一辺を基準にして平行線を引く必要は多いのですが，板をイケールにあてて直角に立て，トースカンかハイトゲージで引きます．大工さんの真似をして写真8-12下のようなケビキを作っておくのも便利です．同じ目的で，写真の上のようにノギスの片脚を鋭く研ぎ，ノギスの目盛で寸法を決めて平行線を引くことも昔からよく見かけます(筆者もしています)．本来のノギスの役目も果たしますから便利なのですが，もともとこんな用途に作られたものではなく，頻繁に研がないと尖端がちびて明瞭な線が書けませんし，測定器を手荒に扱いがちになるのでおすすめできません．

鋳物のケガキは，寸法の基準になる面を旋盤かヤスリでていねいに仕上げ，すべてこの面を基準にしてケガキを進めて行くのが定石です．鋳抜き穴(鋳物に初めからあいている穴)の中心をケガくには，硬い木かアルミ，真鍮(しんちゅう)など軟らかい金属の小片をしっかり打ちこみ，その上にケガきます．写真8-11はその例で，ハイトゲージを使って鋳物シリンダーにケガキをしている様子です．詰め物は切削開始前に外すか，削り落すかします．

調節式トースカン

トースカンで細かい寸法を合わせるのは手間だが，ハイトゲージは不経済とお考えならば，微動調節つきトースカンを自作する手があります．写真8-13および図8-14のように，トースカンとハイトゲージの中間的なもので，トースカンと同様に尺立てとペアで使わなくてはなりませんが，揺動腕21が天秤棒になっていま

写真8-13

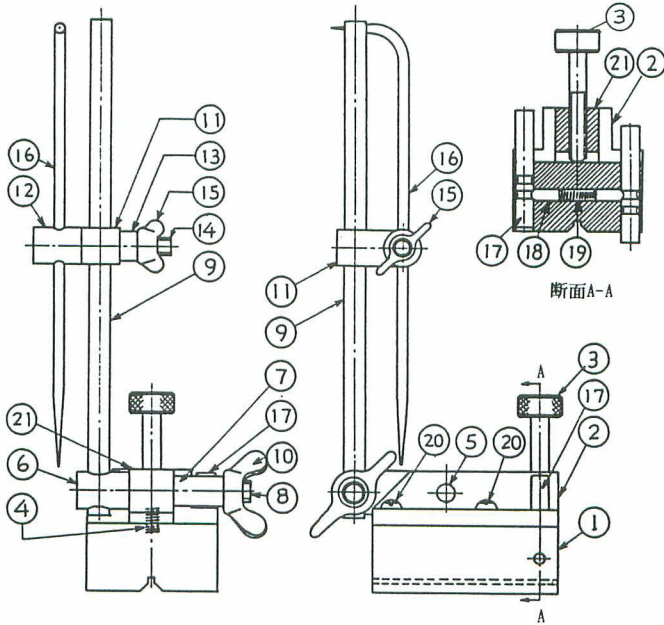
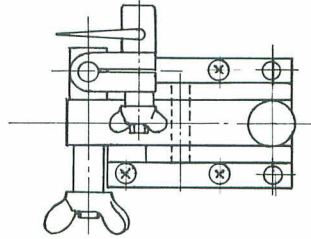
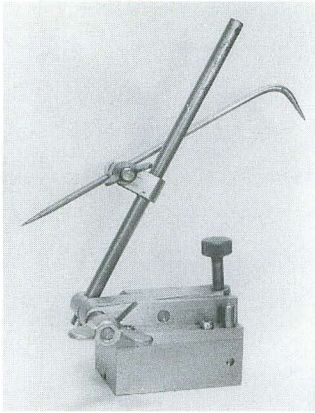
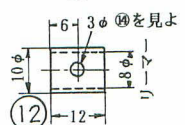
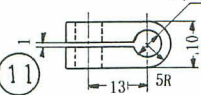
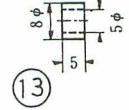
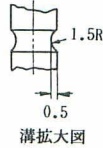
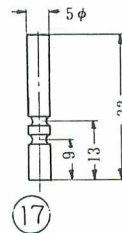
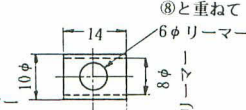
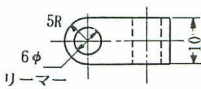
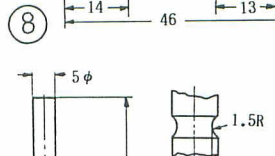
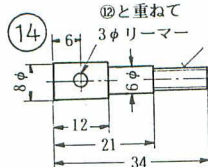
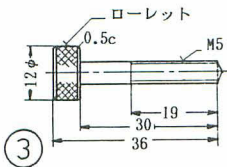
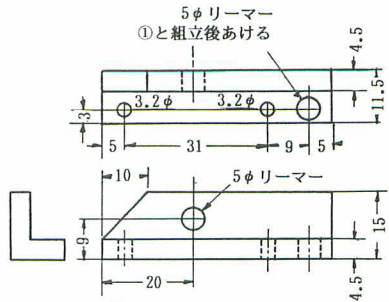
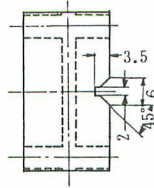
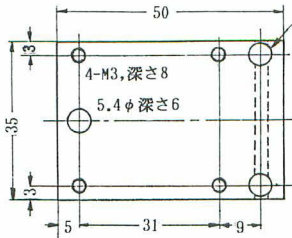
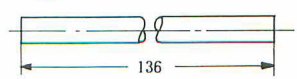
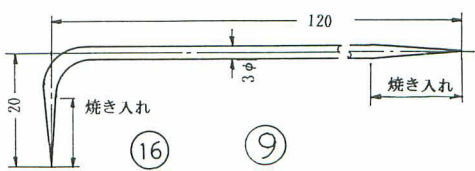
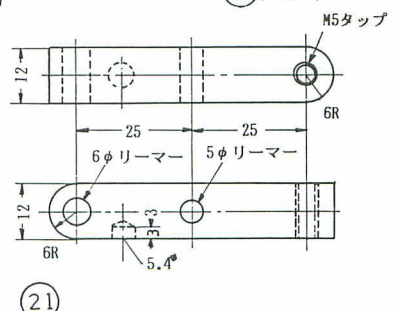
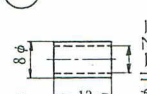
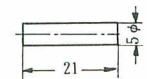



図8-14　簡易構造の調節式トースカン（サーフェースケージ）

製作上の注意　アングル②は揺動腕の材料と同じ角材をミーリングで削って作るのが良いが，市販のアングルから削り出す場合は外側の直角を正しく修正しておく．

ベース①の４個のＭ３タップ穴は，２個のアングル②と揺動腕21をクランプ（シャコ万力など）で強く挟み，これをゲージにしてあける．揺動腕とアングルの間に摩擦抵抗があると使い易い．

スプリング④は強すぎるくらいにして，5.4ϕ 穴にはめる．

ケガキ針⑯はアルコールランプか小さいバーナーで焼入れし，焼き戻しの必要はない．

No.	品名	材質	個数
1	ベース	鋳鉄、軟鋼、アルミ等	1
2	アングル	軟鋼	2
3	調節ねじ	軟鋼	1
4	圧縮スプリング	0.5φピアノ線	1
5	揺動軸	5φドリルロッド	1
6	スリーブ	軟鋼	1
7	カラー	軟鋼	1
8	軸	軟鋼	1
9	柱	6φドリルロッド	1
10	蝶ナット	M6市販品	1
11	スライダー	軟鋼角棒10×10	1
12	スリーブ	軟鋼	1
13	カラー	軟鋼	1
14	軸	軟鋼	1
15	蝶ナット	M5市販品	1
16	ケガキ針	3φドリルロッド	1
17	ガイドピン	軟鋼	2
18	クリックピン	軟鋼	2
19	圧縮スプリング	0.7φピアノ線	1
20	ねじ	軟鋼 M3×8	4
21	揺動腕	軟鋼	1

すから柱と針を蝶(ちょう)ねじで大体の位置に固定し，調節ねじ③で柱全体を傾けて針先の高さを微調節できます．ベース①の下面のV形溝は，丸棒にそわせて滑らせてケガくときのガイドです．板の縁にそわせてトースカン全体を滑らせて平行線を引くときは，ガイドピン⑰を押し下げてガイドにします．断面図の左側は上に上げた状態，右側は押し下げた状態です．

長い棒のケガキ

棒やパイプの長手方向のケガキは，あまり長くなければ図8-15のようにアングルをあてがってケガくことができます．

小さな定盤しか持ち合わせていないアマチュアの工作室では，例えば長さ1メートルにもなるとケガキは大問題です．40年以上も昔の話ですが，直径104mm，長さ約3.5m の鋼管の端から端まで平行に角棒をねじ止めするために，まっすぐにケガキ線を書かなくてはならない仕事に直面した現場の職人さんが考えた方法が強く印象に残っています．まともに考えると巨大で高価な定盤が必要なところですが，実に要領良く解決しています．図8-16のように，パイプが転がらないよう2個のVブロックで支えます．上にもブロックを載せますが，この中心にはポンチの直径にピッタリの穴をあけてあります．精度の良い水準器をこのブロックの上に載せて水平を出し，水準器を除けてポンチを挿入してたたきます．これを何か所かで繰り返し，ポンチ穴を直線でつなぐのです．もしかすると現場常識の一つなのかも知れませんが，職人さんたちが体で覚えた技を尊重してご紹介しました．きっとお役に立つと思います．

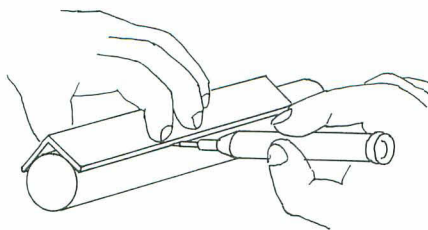
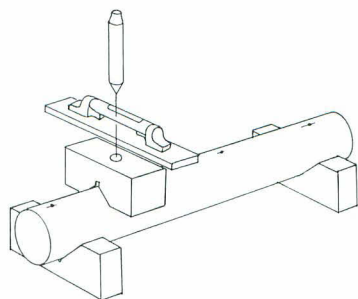



図8-15　図8-16

円周の分割

円周を等角度に分割する「割り出し」は，もちろんコンパスを使ってもできますが，精度が良くありませんし，数多くケガく場合は大変な労力です．図8-17の

ように，割り出し盤にチャックを付けてこれに工作物をくわえ，トースカンでケガきますと楽に早くできます．図には書いてありませんが，チャックの重みで倒れないように下に鉄板をねじ止めします．これらの使い方は第17章をごらん下さい．

なお，旋盤工作中に，工作物をチャックにくわえたまま割り出しすることもできます．第17章をごらん下さい．

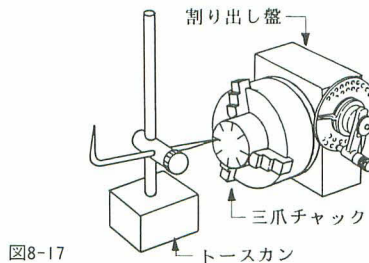



図8-17

穴あけゲージ

板ゲージ

多数の穴のある同じ品物をたくさん作る場合はいちいちケガいていてはたまりませんから，ゲージを作るにかぎります．ていねいにゲージを作って時間をかけても充分にむくわれます．

図8-18で一目で理解されると思いますが，真鍮または鉄板に穴位置をていねいにケガいて穴をあけ，リーマーを通してドリルの案内穴にします．「あたり板」やピン（4～5ϕ の丸棒）を立てて工作物を突きあてると位置決めが楽にできます．工作物とゲージを平行クランプで締め，ドリルで貫通し，ゲージから外してボール盤に移し，最終寸法に穴を広げます．

同じ品物を2～3個しか作らないのなら，じかにドリルを通しても差し支えあり

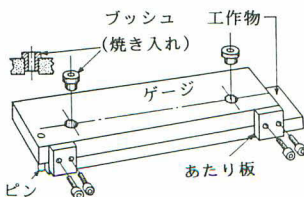
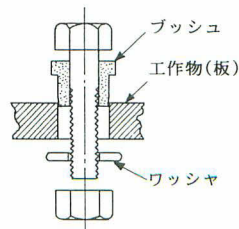



図8-18　図8-19

ませんが，多数作る時は穴が摩耗しますから，穴径と同じ太さに作ったポンチで打ち，ボール盤に移して穴をあけます．ポンチは，ドリルロッドを旋盤でとがらせて焼き入れ(第21，22章参照)するだけで，いたって簡単にできます．あるいは，図のようなブッシュをはめるといきなりドリルであけられます．このブッシュはドリルロッドで作り，外径を穴よりも0.01～0.02mmぐらい太い目に削り，穴に差しこむ側をヤスリでちょっとテーパーをつけます．焼き入れしてから圧入するのですが，バイスに挟んで行うとブッシュが傾きやすいので，図8-19のように穴径と同じ太さのボルトで締めて圧入するのが安全です．ボルトの首の部分を旋盤で軽く削って直角にしておけばさらに確実です．

こういう用途のための「ゲージ鋼板」と呼ばれる材料がありますが，小寸法の入手は困難ですし，焼き入れも厄介です．そこまでこだわる必要もないと思います．

座標であける

座標というといかにも難しく聞こえますが，ある一点を基準にして寸法を出してケガくだけのことです．1枚の板にたくさんの穴を良い位置精度であける場合にはもっとも良い方法です．

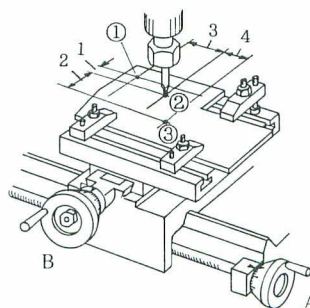



図8-20

図8-20のようにします．ミーリングアタチメントにセンタードリルをつけます．ゲージになる板を横送り台に固定しますが，板の一辺を基準に寸法を出すのが普通ですから，その辺を手前にセットしてこれにダイアルゲージをあて，縦送りハンドルAを動かしても振れなくなるまで板の位置を調整して固定します．この辺にドリルの尖端を合わせてから最初の穴①まで横送りハンドルBの目盛で送り，案内穴をあけます．ここで忘れずに送りハンドルA，Bの目盛をゼロに合わせます．ハンドルBで1だけ動かし，縦送りハンドルAで3だけ動かすと②の位置に来ますからふたたび穴をあけます．さらに2と4だけ動かして③をあけます．ボール

盤に移して所要の太さのドリルで貫通します．目盛を合わせる時，常にハンドルを同じ回転方向に回しながら行い，行き過ぎたら充分戻して合わせ直します．第18章図18-52,53のセンターファインダーを利用して位置合わせをするとさらに正確にできます．

丸棒の穴あけゲージ

丸棒に直角に，中心を貫通する穴をあけることは案外厄介です．図8-21は一つの方法です．工作物の一部を切り取り，旋盤にくわえて同じドリルを使って穴をあけます．これを工作物の上にのせてバイスで挟み，ボール盤であけます．

図8-22の下に寝かせて書いてあるのは模型に使う手すりの柱です(口絵写真参照)．こういう柱をたくさん立てて横棒でつなぐと，穴の高さのわずかな違いが非常に目立つものです．これをケガキですると大変な労力にもかかわらず決して良い結果が得られません．角鋼材で図上のようなゲージを作ると短時間に正確な穴あけができます．キリコが溜ると仕事に差し支えるので，ブッシュを差しこむ穴を下まで貫通して逃がしています．テーパーを先に削(けず)ると後の工作が困難になるので，丸棒を必要個数だけ同じ長さに切断して(第20章参照)丸棒素材の時にあけます．ゲージに差しこみ，左端の真鍮押しねじで工作物を締め，ボール盤でドリルを通します．貫通後は工作物にカエリができて抜けにくくなりますが，ゲージを工作物より短く作っておくと容易に抜けます．

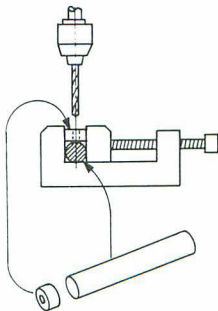



図8-21

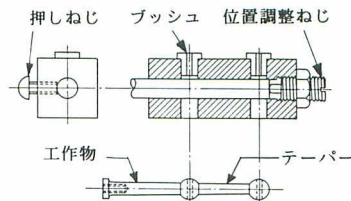



図8-22

歯車の穴位置をケガく

歯車の軸穴のケガキはコンパスではなかなか正確にできないので，各々の歯車のピッチ円直径(第19章参照)の円板ゲージを作って図8-23のようにセットし，中心穴にポンチをはめて打ちます．このポンチは上に述べたものと同じです．例えば円板ゲージの穴径もポンチの太さも5mmに統一しておき，ゲージを外してから

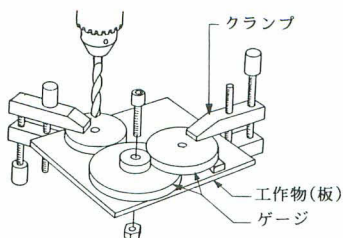



図8-23

所定の太さにドリルで広げます.

平行クランプ

図18-23に使用している平行クランプ(締め金)は市販品もありますが,図8-24を

平行クランプ

材質; 軟鋼

設計·製図 T. K.

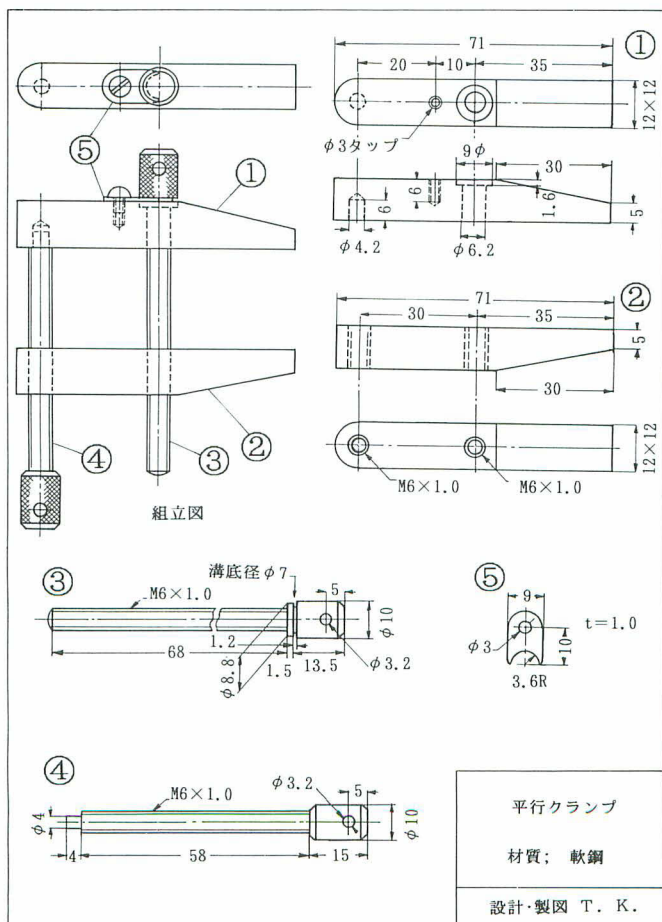



図8-24

参考に自作されても大した手間ではありません．非常に強い力がかかりますから，ねじは頭と一体に作ること，角材は図のように充分太いものを使うことです．ケガキだけでなく，ミーリングやハンダ付けの際にも使える非常に便利なものです．2個ずつセットにして大小2，3種類作れば大変便利です．

9．基本的切削

予備知識

切削速度

初めて旋盤の前に立ったとき迷うのは回転速度でしょう．速いほど早くきれいに削れるように思い勝ちですが，実はそうではありません．第一に高速ほどバイトが早くチビるので研ぎ直しの手間やバイト交換の費用がかかります．第二に工作物が硬いほど回転を落とさないとやはりバイトの消耗を早めます．第三に振動や騒音を押さえるために回転を落します．これはとくにミニ旋盤では重要なことなので繰返し書きます．

図9-1ａのように平らな工作物の表面をまっすぐに削るときの移動速度を「切削速度」といいます．やたらに速くするとバイトを傷めるので，適当な速さの限界があり，表9-2のような「切削速度表」で表わされます．硬い材料ほど遅い速度で削らねばならないことがわかります．丸棒を削るには回転数（回転速度）ｎを知る必要があります．図9-1ｂから切削速度$v=n \cdot D \cdot \pi$　つまり$n=\dfrac{v}{D \cdot \pi}$となり，直径とｖの値で決めることができ，工作物が細ければ回転を上げられ，大き

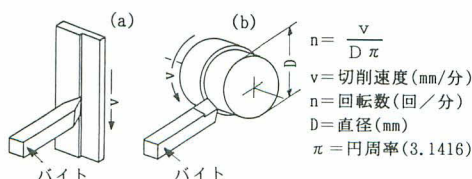



図9-1

工作物	切削速度（ｍ／分）
高炭素鋼	１３
鋳鉄．ステンレス	１３－１７
軟鋼．砲金．ブロンズ	２６
銅	３５
真鍮	５０
アルミ．アルミ合金	８０

表9-2

ければ下げるべきことがわかります．しかし工作中にこのような計算をするのは厄介ですから，次節を見て下さい．

いきなり回転数を計算する

学問的には前節の式でもよいのでしょうが，もっと現場向きに，いきなり「回転数」が出る式が親切です．我流ですが暗算でもできる手早い計算法があります．

ハイスバイトを使用して**軟鋼**を削(けず)る場合，**回転数＝8000÷直径**(mm)と覚えておき真鍮(しんちゅう)は答の2倍，アルミは3倍，鋳鉄(ちゅうてつ)の黒皮や硬鋼，ステンレスなどは0.5倍します．例えば；

軟鋼　25ϕ なら，　8000÷25＝320回転

真鍮　30ϕ なら，　8000÷30×2＝533回転

鋳鉄(黒皮)50ϕ なら，　8000÷50×0.5＝80回転

となります．実際にはさまざまな条件の相違があるのでドンピシャリの回転数に合わせることは不可能ですから，上の計算の答を目安にして，近い回転数を選べばよいのです．遅いのは時間がかかるだけで害はありません．これを超えたら途端に刃物が傷むというわけではなく，多少オーバーしても差し支えありません．

超硬バイトなら上記の答を2～3倍速くできます．反対に炭素(工具)鋼バイト(現在市販されていませんが，古ヤスリや折れたタップ等から自作したバイトがこれに相当します-第21章参照)なら約1/2に落します．断続切削(例えば角材を削る場合のようにバイトが間歇的にあたる場合)や突っ切りには刃先の衝撃を考慮して上の答の1/2にします．

この計算は，工場用に書かれた参考書よりもかなり低い回転数になります．繰返しますが，ミニ旋盤は図体の割りには扱う工作物が大きいので工場の機械より振動が大きく，バイトの破損，ビビリ(振動模様)，騒音などが多いのはやむを得ないことです．これを避ける最上の手段は回転を落とすことです．よく研(と)いだバイトを使って比較的低速でていねいに削るほうが，精度と美しい仕上りを達成でき，動力も小さくてすみ，高速よりもはるかに結果がよい場合が多いのです．それでもうまく削れないときは回転速度をさらに一段落すのが原則です．しかし，回転速度を計算しければならないのは初めのうちだけで，少し経験を積めば，切れ具合や音で適正な速度を選べるようになります．

ダイアル目盛の使い方

バイトはすべて送りハンドルの目盛を頼りに微動させます．ミニ旋盤はほとんどの場合，1目盛（最小目盛）で0.025mm動くように作られています．複式ハンドル（図2-6参照）は目盛リングを回して自由にゼロに合わすことができますから，いちいち勘定をする手間が省けます．ハンドルを右に回しますとバイトが前方に進みます．ハンドルには必ず遊びがありますから一方向に回して目盛を合わせ，回し過ぎたら遊び分以上に大きく戻してから合わせ直します．まったく遊びがないと重くて動きませんが，遊びが大き過ぎるときは調節しなければなりません．油とゴミでゴテゴテになったハンドルでは正確な工作はできないので時々分解掃除をします．切削中にダイアルを急激に回すことは禁物です．1個のダイアルに両手を集中し，平均した速さで回します（図9-3）．左手の親指と人差指で3時と9時の場所（個人差はありますが）をつまんで回し，右手の親指と人差指で12時と6時につまんでブレーキをかけるようにするとよろしい．

送りねじに噛み合うナットが調節構造になっている場合はこれも調節しておきます（第2章参照）．

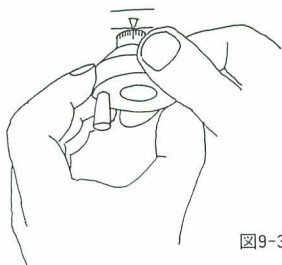
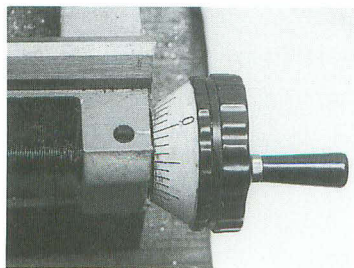
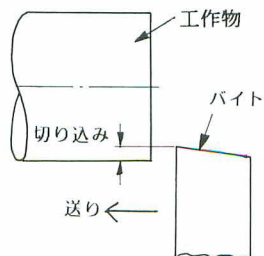



図9-3

切りこみと送り

工作物に刃を喰いこませる深さを「切り込み」（図9-4）といい，動かしたダイアル目盛の倍ずつ工作物が細くなります．例えば，横送りハンドルを0.5mm分だ

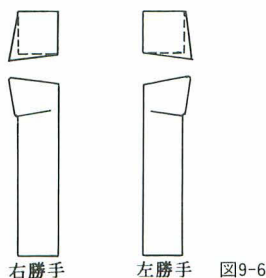
写真9-5

図9-4

け右回しして削ると直径が1mm小さくなります．

親ねじの右端についている縦送りハンドル(写真9-5) を回して，バイトを工作物に平行に移動することを「送り」といいます．

荒削りと仕上げ削り

外径内径を問わずすべての切削は必ず荒削りをしてから仕上げ削りをします．「荒削り」は，仕上り面の状態は二の次にして，不要な部分をとにかく速く取り去ることが目的です．丈夫な片刃バイト(図9-6) を使い，回転を上の計算結果よりも低目にし，切りこみを深く，手送りでゆっくり送りながらグイグイ削ります．切りこみや送り速度は工作物の材質，大きさ，旋盤の力，丈夫さ，などによって加減しなければならないので経験が物をいいます．たとえばトヨ ML－360旋盤を例にすれば，よく切れる片刃バイトを使えば，30ϕ の快削軟鋼を切りこみ3mm で削る力がありますが，必要以上に無理をしても何の利益もありませんから最大1 mm 程度で使うのがよいでしょう．荒削りは負荷が大きいので自動送り装置に無理をかけますから使えません．

図9-6

真鍮と鋳(ちゅうてつ)鉄以外は切削油を小筆で付けながら削ると格段に楽になります．鋼材を激しく削るときは発熱も激しいので，とぎれずに切削油をかけます．

右から左へ削って，急いで右へ戻しますとねじ状の模様が残ることがあります．これはバイトが良く切れていないか，初めの送りが速過ぎて山が残っているからで，要するによく削れていないのです．

数多く加工する場合は荒削りだけしておき，まとめて仕上げ削りをします．「仕上げ削り」は，面の凸凹をきれいに均すと同時に，荒削りの際にできた，深く内部に入りこんでいる「荒れ」を少しずつ削り取り，予定した寸法に削り上げるのが目的です．仕上げ専用のバイトを備えておくか，荒削りに使ったバイトを研(と)ぎ直して使います．いずれにしても切れ刃をオイルストーンでていねいに研ぎます．文字通り鋭く尖ったバイトではよい切削面ができないので，第3章図3-16の

要領で刃先だけ数回すって，目分量で(上から見て)半径0.3～0.5mm程度の丸みをつけます．

仕上げ削りは負荷が小さいので回転速度を上の計算結果よりも上げることができます．切りこみ量は条件によりますが，最初0.1mmぐらいで始めて段々小さくしながら繰返します．1回目は0.1mm，2回目は0.05mm，3回目は0.025mmというような具合です．均一な速さで送ることが大切です．長い工作物は自動送りを使えば手送りではできない平均した良い面が得られます．できる限り切削油を使います．アルミや軟鋼はキリコが巻きついてケガのもとになりますから，時々停止してペンチなどを使って取り除きます．素手でひっぱるのは危険です．

ビビリの発生とその退治

今までに何度か出てきましたが，カン高い音を出しながら工作物の表面に縞状の周期模様(ビビリ)が残って，キレイに削れないことがあります．刃と工作物の間の振動が原因です．意地の悪いことに仕上げ削りの時に出やすく，せっかくの作品を台なしにします．

バイトが工作物に触れると目には見えないが振動が起き，もし工作物か機械の一部がしっかり固定されていないと，共振してどんどん増幅されてビビリになるのです．これを押さえるには振動を助ける原因を除去しなければなりません．

まず第一は工作物の保持です．チャックから長く突き出した棒の右端付近を削るとき，細くて長い棒の外径切削，直径の大きい円板を中心付近でつかんで削るとき，薄肉パイプの外径を削るときなどはもっともビビります．第5章図5-8の例も典型的なビビリやすい条件です．くわえ方を工夫したり，心押し台や振れ止めの助けを借りて振動を押さえるのです．

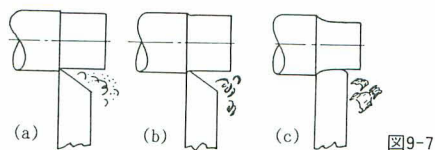



図9-7

第2に，バイトから出る振動です．バイトを研ぎ直すとか，刃高を正しく修正するだけでピタリと止まることもあります．ひどいオーバーハング状態(第3章図3-17) もビビリが出ます．細く深い穴の中ぐりはバイトを長く突き出すのでとくにビビリが発生します．また，刃先の当たり幅が長い場合も振動を起こす原因になります．刃先の形を尖らせて工作物との当たり幅を狭くするのが解決法です．図9-7cのように幅広く当たる刃は，ビビらないときは切削面が非常に美しいのです

が，非常にビビリが出やすいのです．姿バイトがその例です．そこでｂのように刃先の丸味(上から見て)を小さくするとビビリが治まり仕上がり面もキレイになります．一般的な仕上げバイトに適当です．ａのように文字通りとがらせるとキリコが細くあるいは粉状で，切削抵抗が小さいのでビビリは押さえられますが，切削面はザラザラで実用的ではありません．したがってビビリを押さえるには最小限度の丸味を付けることがコツです．

第3に回転速度です．他の条件が良いのにビビる時は回転を一段下げて見ます．それでも治まらなければさらに一段下げます．前にも述べましたが，ビビリのために直径の大きい工作物がうまく削れない場合，手回しハンドルで解決できることがあります．

このほか，往復台や横送り台が調整不良でガタつくとビビりますが，これは論外です．

ビビってしまった面は正しいバイトで削り取らない限りキレイになりません．ヤスリやサンドペーパーでゴマかすのはもってのほかです．

スイッチを入れる前に

①工作物の取り付けをチェックします．

慣れないうちは面倒でも，工作物の右端にセンター穴をあけて(第10章参照)心押し台センターで押して削るのが安全です．押し方はこの章の「センター使用の注意」をごらん下さい．どの程度の太さや長さならセンター押し不要かは経験で覚えるしかありません．

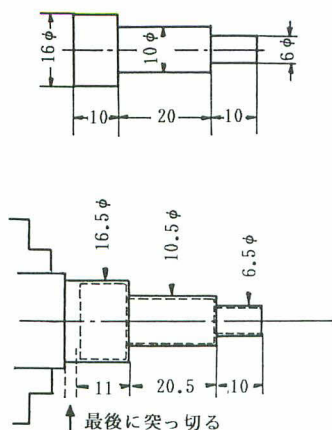
②往復台の固定ねじは緩めてあるか，自動送りクラッチは解除してあるかを確かめます．両方ともセットしたままスイッチを入れますと歯車やモーターを破損することがありますから，使用後は確実に解除する習慣をつけます．

③チャックを手で回してみて，工作物がバイトなどにあたらずに回るかを確かめます．

④チャックハンドルは必ず抜いておきます．

以上を確認したらモーターのスイッチを入れます．

外　径　削　り

図9-8上の例を削るとします．三爪チャックを使うときは，第5章で説明したとおり仕上り径より少し太い17または18ϕの丸棒を使い，最後までつかみ直さずに

点線は仕上り寸法を示す　図9-8

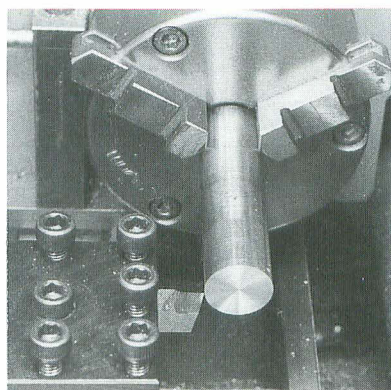



写真9-9

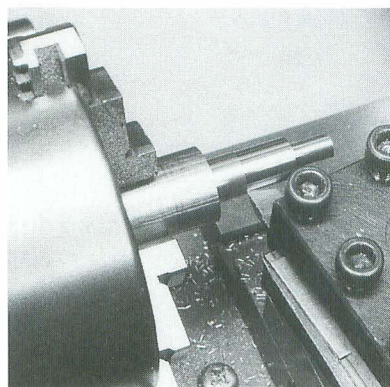



写真9-11

写真9-10

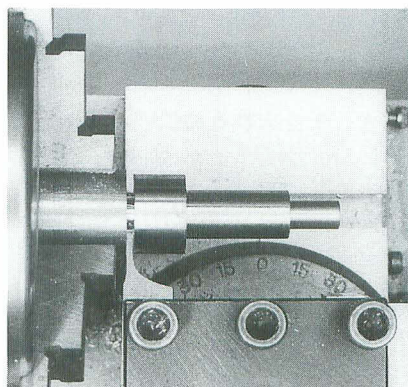
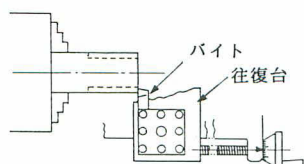



図9-12

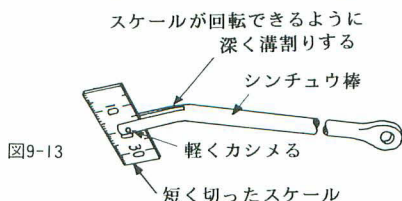



図9-13

削ります．もし16ϕの材料しかなければ，四爪チャックを使って心出しをするかまたは16ϕコレットチャックを使います．

図には省略してありますが，センターで押すのが安全です．まず最初に右端面をきれいに削ります(写真9-9)．そして右端にセンター穴をあけ，心押し台センターで押して(写真では省略)，横送りハンドルを回してバイトが軽く接触した位置で目盛をゼロに合わせ，荒削りを始めます．途中で回転を止めて外径を測定して

目盛を修正し，さらに進めて切削し，実線のように仕上り寸法より0.3～0.5mm 大きい目で荒削りを終ります．段部は図9-12のように，工作物の右カドにバイトをあてて縦送り(親ねじ)ハンドルの目盛をゼロに合わせ，ハンドルの回転数と目盛で送り寸法を決めます．この方法は手取り早く正確で回転を止めずに測れるのが利点です．さほど正確を要しない場合は旋盤を停止してスケール(物差し)で測りますが，尻が当たって使いにくいので，図9-13のように短く切って柄をつけますととても便利です．

前節で説明した要領で仕上げ削りをし(写真9-10)，最後に突っ切り(写真9-11)，左右をひっくり返してくわえ，突っ切った面を仕上げます．

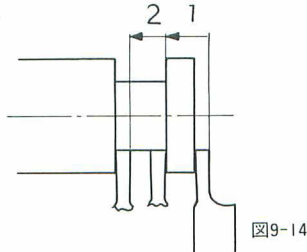



図9-14

図9-14のような溝は突っ切りと同じ要領です．あらかじめ刃幅を測っておき，図のように工作物右端面にあてて縦送りハンドルの目盛をゼロに合わせ，バイトを手前に引き，端面から溝の右壁までと刃幅を合計した寸法1だけ送って切りこみます．ふたたびバイトを手前に引いて2だけ送って切りこみ，次ぎに中間を削り取り，最後にバイトを左右に動かすときれいに仕上ります．切りこみ0.1～0.3mm 程度なら，刃幅2mm ぐらいのよく切れる突っ切りバイトを横に送って削ることができます．

外径の測定

外径の測定道具は精度の低いほうから順にいうと，パス，ノギス，マイクロメーター等が使われます．パスは現在ほとんど使われないので省略しますが，最低限の道具として写真9-15のノギスは必要です(一番下は昔の製品です)．旋盤仕事には一番小型の，目盛長150mm のものが適当です．副尺(バーニヤ)を使って0.05 mm 程度を読み取ることができ，目分量でさらに細かく見当がつきます．写真9-16は15.75mm を指しているところです．内径外径に兼用できます．穴の深さを測るデプスゲージつきが便利です．

マイクロメーターはさらに精密で，普通級で1目盛0.01mm まで測定できます．ノギスよりはずっと高価なのに測定できる範囲が狭く0～25mm(もっとも利用率

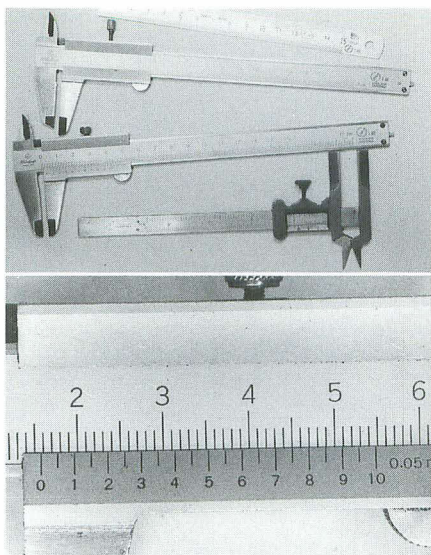



写真9-15

写真9-16

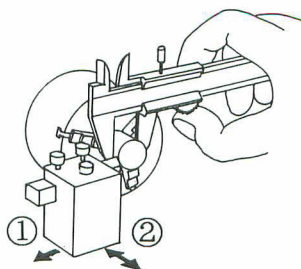
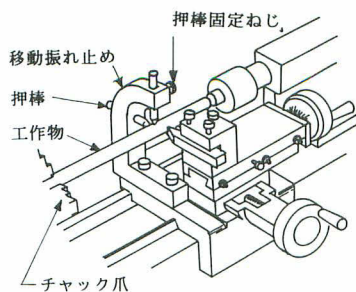
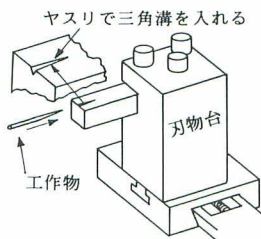
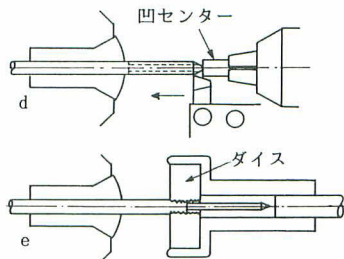
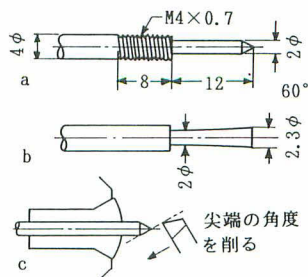



図9-17

が高い），25～50mm，50～75mm，75～100mm というように分かれていて，外径用と内径用は兼用できません．必要が生じたときに購入されるとよろしいでしょう．

荒削り，仕上げ削りを問わず，切削中に頻繁に外径を測定しなければなりません．図9-17はノギスで測定しているところです．バイトが邪魔でやりにくいものですが，バイトを①の方向に（手前に）引いて測定しますと，元の目盛に戻したとき若干の外径誤差が出ますから，横送り台ハンドルには手を触れずに，親ねじで往復台全体を②の方向に送って，バイトを工作物から離すか，またはチャック爪のすぐそばに寄せて外径を測ります．なお，ノギスの測定刃先の薄い部分で測ると誤差が出やすいので，できるだけ奥を使います．

細く長い外径削り

回転軸など，細く長い棒を一定の太さで精度良く削ることは大変難しいので，規格寸法の磨き丸棒を利用するのが得策ですが，やむを得ず削らねばならぬ場合もあります．バイトに押されて曲がるので正しく削れない上にビビりますから，心押し台センターで押して削るのが常套手段です．それでも不充分な場合は図9-18のように「移動振れ止め」で押さえます．まず工作物を四爪チャックにくわえて短く出し，正しく回るように心出しします．またはコレットにくわえて短く突き出します．往復台をチャックの近くに移して振れ止めをセットし，振れ止めの

押棒を工作物に当てて固定ねじを締めます．往復台を右に移動し，チャックを少し緩めて工作物を必要な長さだけ引き出します．チャックを締め，押し棒のすぐ右側にバイトが来るようにセットします．押し棒の尖端に潤滑油をつけて切削を開始します．往復台とともに移動振れ止めも移動します．上の方法は削る前の素材外径を振れ止めでくわえて削っていますが，削った後の外径をくわえて削ることもできます．

小型バルブなどのスピンドル(弁棒)は削りにくい品物の一つです．例えば図9-19の寸法を例にします．いきなり2ϕ部分を削ると，バイトに押されて曲がったまま削られるのでｂのように尖端が太くなります．

そこでまずｃのように短く突出して尖端のテーパーを削り(点線)，時計用などのできるだけ細かいヤスリでていねいに仕上げ，ベッドを紙で包んで保護してからパイクストーン砥石で磨きます．もしなければ#1000程度のサンドペーパーを平鋼または真鍮ブロックに貼り付けたものでも代用できます．次にｄのように支えるために，チャックに極小のセンタードリルをくわえ，心押し台にくわえた真鍮丸棒にセンター穴をあけます．テーパーが鋭い場合はさらにドリルで穴を深くします．これでテーパー部を押して2ϕ部を削ります．ｅのようにダイスでねじを切ればでき上がりです．このねじが振れますとバルブの性能に悪影響がありますから正しいねじを切らねばなりません．

もっと細い，ピボット軸などの尖端をテーパーに削る場合は図9-20のように即

席の振れ止めを作って尖端をのせて，油を1滴つけて回転させ，時計ヤスリで押さえるようにして削り，上と同様に磨きます．簡単ですが結構よいのが作れます．

ボックスツール

首下が非常に長いボルトをたくさん作る場合などは，工場では心押し台にそれ用の専用工具をはめて能率を上げますが，ミニ旋盤用に作られた市販品は見当りません．もしあっても，ミニ旋盤の心押し台は穴が短いので，長く削られた品物が入りこむこむ場所がありません．そこで横送り台に置く写真9-21の道具を自作して愛用しています．写真の右はこれで作った長い丸頭ボルトです．簡単ですからおわかりと思いますが，40×40mm鉄アングルを切って台を作り，細長い平角鋼ブロックの真中に水平に穴をあけて，折れたタップで作ったバイトを差しこんで右側の六角ボルトで締めます．そしてブロックを左下の六角ボルトでアングルに止めます．ブロックはこのボルトを中心にスイングできますから，右上に立っている4mmボルトのナットを加減して刃高が調節できます．刃高が決まったら支点のボルトを締め，アングルを貫通して向う側に突き出ているねじ（写真には見えません）を締めて固定します．アングルの右上の穴に燐青銅のブッシュをねじ止めしてこれに工作物を通します．ブッシュはいろいろな穴径を用意してありますが，もちろんリーマー仕上げで工作物外径にピッタリにしてあります．横送り台を前後してブッシュを旋盤の心に合わせ前後の動きを固定します．この後は横送り台ハンドルが使えませんから，ブロックの左端に半分見えている六角ボルトで刃だけを出し入れして切削径を調節します．これがちょっと手間ですが，一旦決まったらブッシュに油を差して次々と削ることができます．写真9-22は使用中の様子です．6mmφの軟鋼丸棒を一挙に3mmφに削っています．

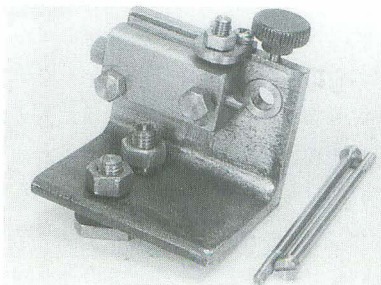



写真9-21

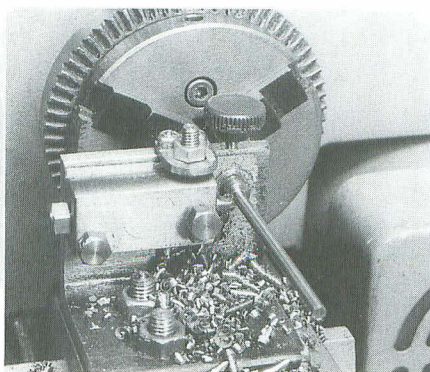



写真9-22

太くて長い外径削り

チャックの穴に入らない，太くて長い工作物の右端を加工する場合は，右端の近くを「固定振れ止め」で押さえます(写真9-41参照)．セットの仕方は，まず工作物をチャックにくわえ，右端にバイトを近づけ，手で回して振れを観察し，木ハンマーで軽くたたいて修正します．バイトの代わりにダイアルゲージを当てると精密に調節できます(もちろん，たたくときはゲージの測定子を離しておく)．振れ止めを工作物右端近くにセットし，その3本の押し棒を静かに工作物に当てて固定します．押し棒の先に潤滑油を差し，比較的低速で回転させてセンター穴あけや穴ぐりなどの加工に移ります．移動振れ止めに比べるとずっと使いやすい道具です．工作物が軟らかい場合は，傷を付けないように押し棒と工作物の間に油を染ませた紙を挟むとか，押し棒の尖端にローラーを付けるなどの工夫をします．

直径が大きい外径を削る

車輪やプーリーなど，外径の大きい工作物を中心でくわえて削るとほとんど確実にビビリますから，できるだけ外径の近くをつかんで削ります．写真9-23はその例で外径138mmの真鍮鋳物を三爪で内から外に押してつかんでいます．バイトは写真3-10②の，長い六角棒に超硬丸棒を差しこんだ自作品です．このほか図5-10，写真7-23なども参考にして下さい．

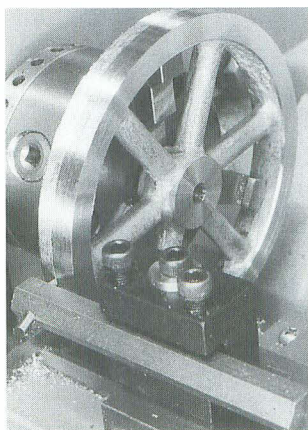



写真9-23

センターとは

今までに度々出てきた言葉ですが，大切な事柄なのでここにまとめて再度書き

ます．工作物を回転させながら削るとき，もっとも大切なことは回転の中心がきまることです．もし，陶磁器を制作するロクロの回転中心が決まらなかったら作品の肉厚が不均等で楕円や凹凸になるでありましょう．美術工芸では問題ではないかも知れませんが，旋盤の場合は事情が違い，はるかに厳密な精度や強度が要求されます．旋盤は主軸台と心押し台の両方に回転中心を持っています．主軸自身が厳密な中心を保って回転している上に，心押し台にも回転中心の穴があいていてセンターがはまっています．長い工作物はこれを利用して右端を支えないと安定に切削できないことは今まで度々説明しました．センターはその中心軸という大切な役目をします．すべて尖端角60°に作られています．

センターの種類

旋盤には，普通，主軸用と心押し台用の2個の「固定センター」（図9-24ａ）が付属しています．テーパー穴にしっかりはめて使います．主軸側のセンターは工作

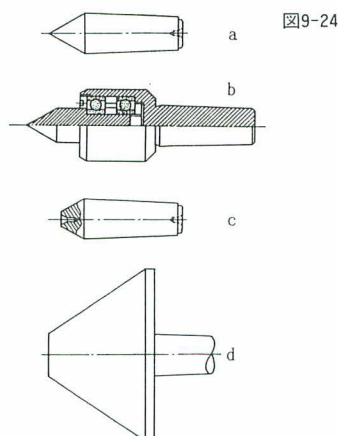
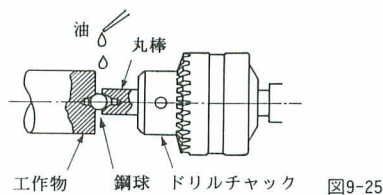
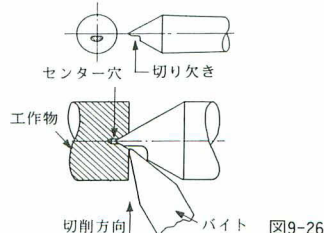



図9-24
図9-25
図9-26

物と一緒に回転するので問題はありませんが，心押し台側センターは工作物との間に摩擦熱が生じますから，使用中は尖端に潤滑油を差すことを忘れてはなりません．尖端を焼き入れしたものと，超硬テイップをロウ付け研磨したものがありますが，いずれにしても，潤滑油なしでは焼けついてしまいます．500回転程度を越えるとどんなに注意しても焼けるチャンスが多いので，ｂの回転センターを使用すべきです．

なお，尖端に焼きを入れてない「ナマ」のセンターが付属している場合がありますが，これは主軸専用で，使用の都度ユーザーが自分の旋盤で尖端を軽く削って，現物合わせで精度を維持するのが目的です．

ｂは「回転センター」で，「ライブセンター」とも呼ばれ，ミニ旋盤には絶対必要な道具です．本体は心押し軸の穴に固定されますが，尖端はベアリングを介して工作物とともに回転できますから，尖端に給油する必要がありません．ベアリング部分にゴミが入ったり，強い衝撃を加えたりしないように注意します．

何かの事情で回転センターが使えない時，図9-25の「即席ライブセンター」で間に合わすこともできます．まず工作物の右端にセンター穴をあけておきます．次にあり合わせの丸棒をドリルチャックにくわえ，主軸側にくわえたセンタードリルでセンター穴をあけます．鋼球を挟んで潤滑油を一，二滴差して軽く押し付けます．使用中も時々油を補給します．

図9-24ｃは，ピボット軸など，とがった工作物を支える目的でセンター穴を設けた「凹センター」です(尖端だけ断面で示しています)．しかしめったに使わないのなら，わざわざ購入しなくても，図9-25の右半分を使えばよいわけです．

ｄは「傘形センター」で，直径の大きなパイプを加工する時，右端を傘の斜面で支えます(もちろん，押す前にパイプの端はきれいに削っておかねばなりません)．一種の回転センターで，尖端角70°前後です．第13章写真13-5の奥から二番目は，筆者の卓上旋盤(普通のＭＴ-2シャンク)用に自作した，ボールベアリング入り，65ϕ の傘形センターです．

図9-26は「ハーフセンター」で，工作物の右端面をセンターで押したままで削るのに使います．図の上のように尖端を切り欠いてありますから，これを手前に向けてセットして工作物を押し，図の下(上から見た所です)のように剣バイトで切欠きの中まで削りこみますと，センター穴の周囲を残さずに削ることができます．

このほかに，「Ｖセンター」(ｐ.104),「パッドセンター」(ｐ.104),「スライドセンター」(ｐ.142) などがありますが，いずれも市販品はありません．

工作物が非常に小さいと，センターが大き過ぎて困る場合があります．頭部だけが小さいセンターは既製品がないので自作するしかありません．頭部未加工のテーパーシャンクをまとめてたくさん作っておき，必要に応じて自作します(第13章参照)．工場のように激しく使うのでなければシャンクに焼き入れしなくても大丈夫で，精度に注意して作れば結構長く役に立ちます．また，細い丸棒の先端を60°に削って，心押し台にくわえて臨時のセンターにすることもできます．

センター使用の注意

①押す相手の穴は必ず正しい二段のセンター穴にし，尖端が決して穴底に当たら

ないようにします.

②取扱は細心の注意が必要です. 尖端を傷めたり, シャンクに打痕をつけると加工精度に影響します. キリコやゴミを挾んだまま押すとテーパーソケット(穴)が傷付き, 長い年月の間にはしっかり固定できなくなりますから, シャンク部もテーパー穴も毎回よく掃除してからはめます(第2章参照).

③手で押しこんだだけでは充分奥まで入らないので, 心押し台ハンドルを回して工作物に押し付けて落ち着かせます. しかしこのまま作業に入ると尖端が焼けることがありますから, 一旦緩めてふたたび軽く押し直し, チャックが手で軽く回ることを確かめてから心押し軸固定ねじをしっかり締めます. 固定センターには忘れずに潤滑油を差してから作業します

④取り外した後は薄く油を引いて保管します. 穴をあけたスタンドを作って並べて立てておくのがよろしい.

面　削　り

工作物を面板かチャックに固定し写真9-27のように低速で外周から中心に向かって削ります.

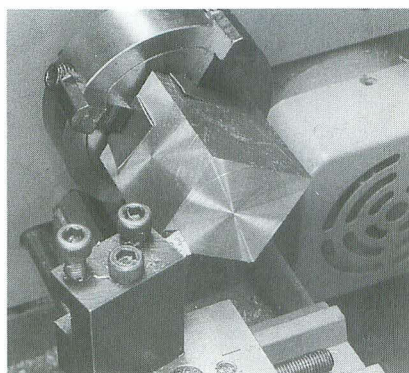



写真9-27

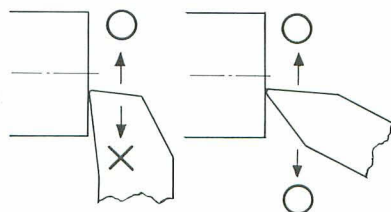



図9-28

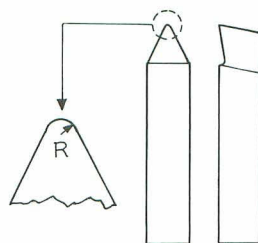



図9-29

面削りはビビリが出やすいので工作物の固定には注意が必要です. 第5章をごらんください. 片刃バイトを使うときは図9-28左のように一方向だけで削らないとビビリがでます. これは往と復で刃のあたり幅が違うからです. その右の真剣バ

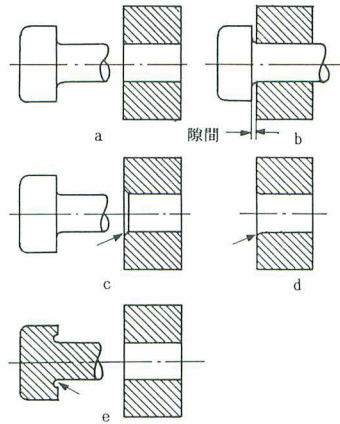



図9-30

イトなら往復ともほぼ同様に削れます．面削りはバイト目が目立ちますから，ビビらない範囲で図9-29のように刃先のRを大きくします．理屈では中心に近づくほど回転を上げてもよいわけですが，境目にバイト目が残るので，実際には低速のままで最後まで一定速度で削ります．鋼材，アルミ，銅，燐青銅等には切削油を付けながら削ると良い面が得られます．

なお，回転軸やボルトの頭など，段のある部品が入る穴は注意が必要です．図9-30ａのように刃先の丸いバイトで削り放しにした段差はｂのように隙間ができて密着しないので，ｃまたはｄの矢印のように面取りを忘れてはなりません．面取り不可の場合はｅのようにおす側の根元をリング状に削ります．

面の直角度

広い平面を削る時に心得ておかねばならないのは，横送り台の動きが主軸に対して直角ではなく，ごくわずか(十数ミクロン程度)ですが中凹みになることです(誇張図9-31)．これは機械製作上必要なことなので工業規格によって決められているのです．一般の場合は削りっ放しで問題ありませんが，すり合わせ面とか特

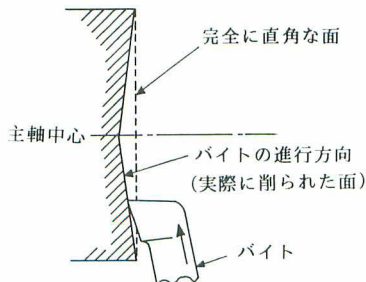



図9-31

別の目的で高精度の平面を作るときはさらに研磨で修正します．

中ぐり（穴ぐり）

ドリルであけた穴や鋳物の鋳ぬき穴を広げるのを中ぐり，穴ぐりまたはボーリングといいます．一番の目的は穴の曲がりや真円度を修正して正しく美しい肌に仕上げることで，リーマー作業やラッピング加工の前に行う場合が多く，シリンダーの穴仕上げなどがその例です．

中ぐりバイト

図9-32は上から見た標準的な中ぐりバイトです．柄(シャンク)が細長くて弱いのでビビりやすく，また，切削力に負けて押し戻されるので，奥に入るほど穴がすぼむ傾向があります．右下図のように刃全体が当たるとビビるので，左下のように刃先だけが当たるように研ぎます．刃先のRが大きいとビビりやすくなります．

図9-33左のように正しい刃高にセットします．同図右のように低いと，腹をこすって切削不能になります．穴が小さいほどこの状態になりやすいので注意が必要です．また，最奥まで入った時に柄が入口にあたらないように取り付け時に注意します．

図9-34のバイトは刃を補強するために奇妙な形をしていますが，取り付けはまったく同じです(左下図)．このように柄が丸いバイトは細長いVブロック(既製品があります)を枕にして取り付けます．

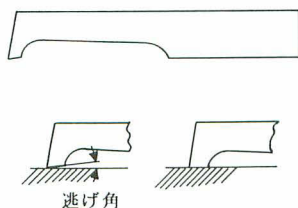



図9-32

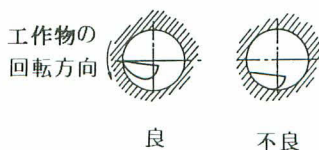



図9-33

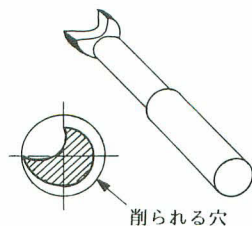



図9-34

中ぐりの操作と注意点

チャックの穴に入らない太く長い工作物は右端を固定振れどめで支えます．貫通穴の中ぐりは，前にも述べましたがチャックや面板まで削らないよう，板またはリングを挟んで工作物を浮かせて取り付け，バイトの柄に赤鉛筆で穴の深さの印を付けておくと安全です（図9-35）．鋳物の穴は第6章で述べた要領で心出ししてから削ります．

まず工作物の右端面を片刃バイトまたは剣バイトできれいにし，センタードリルでもみ，中ぐりバイトが入るまでドリルで広げます．中ぐりバイトに替えて穴径を少しずつ広げます．外径切削の1／2ぐらいの回転速度で，平均した送りで削ります．切りこみ量は工作物の材質やバイトの状態によって違うので一口に決められません．

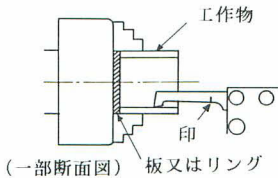



図9-35

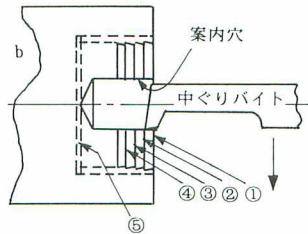
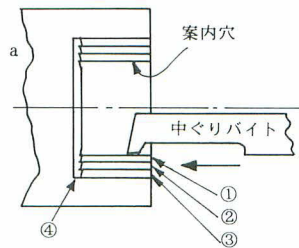
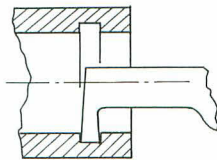



図9-36

図9-37

案内穴が充分太い時は図9-36上のように，いきなり①②③の順で壁を削り，最後に底④を削ります．案内穴が細くバイトがやっと入る程度の時は，図下のように穴に直角に①②③④の順で面を削り，最後に底⑤を削ります．

荒削りが終わったら切り込みを毎回小さくしながら穴径を広げて仕上げて行きます．最終仕上げ寸法に近づいたら，バイトの撓（たわ）みによる誤差を消すために，目盛ダイアルにふれずに（バイトを前後させずに）2～3回往復させてから内径を測定します．穴が深いほどキリコが詰まってバイトを押し戻して誤差になるので，途

中で掃除を忘れてはなりません．穴径の10倍もある深穴は中ぐりできません．

穴壁のリング状の溝は，図9-37のようなバイトを作って，ダイアルの目盛を頼りに溝の深さ，位置，幅を決めて削ります．

大きな穴の中ぐりは初めに大きなドリルであけたいものですが，ミニ旋盤に大きなドリルを使う方法は次章を参照してください．

穴径の測定

穴径は内パス，ノギス，内径マイクロメーターなどを使って入口で測定します．図9-38のように旋盤のセンターかドリルのテーパーシャンクを差しこんで鉛筆で印をつけ，その場所の外径をマイクロメーターで測るとか，あらかじめ予定直径の円板または丸棒を作っておいてゲージにする手があります．深穴の奥の内径を測定するには尖端が球形の測定器があります．

図9-38

すでにある軸にきっちり合うように中ぐりするときは，必ず穴の入口を面取りして滑らかにしてから測定または嵌(は)め合わせしないと合い加減が判りにくく，削り過ぎになりやすいものです．

バイトの送り方向

中ぐりの後に穴径を注意深く測定しますと，右から左へ送った時と，反対に左から右へ送った時とでは穴径が違っている事に気がつかれると思います．中ぐりバイトが長いほど顕著に差が出ます．自動送りでも手送りでも事情は同じです．細かいことと思われるかも知れませんが，精度を要求される場合は非常に重要なことです．

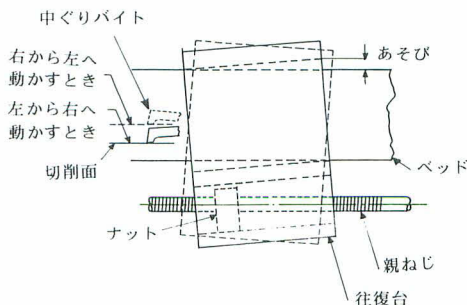



図9-39

主な原因は，ベッドと往復台の間にきわめてわずかの隙間があって，往復台が親ねじで押されたり引っぱられたりするとき，往復台を上から見た誇張図9-39のように回転することによると思われます．滑り面の調節によって差は少なくなりますが(平型ベッドより山型ベッドの方が調節が少し楽なように思われます)，もともと隙間がなくては動かないので文字通りのゼロにはできません．したがって仕上げ削りはどちらか一方向に決めて削るのが賢明です．自動送りをかけるなら，右から左へは手で送り，戻り道だけ自動送りにし，これを二，三度反復するのがよろしい．外径切削の場合でも同じ現象が起きているのですが，刃先が中ぐりバイトの場合よりもずっと右にあるため刃先の振れが小さく，気がつかないだけです．いずれの場合もキリコの出かたや分量を注意深く観察しますと往と復の差が分かります．

中ぐりの例

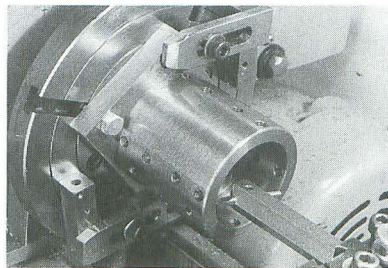
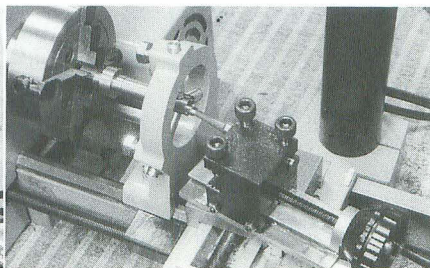
写真9-40はパイプ立て金具の45ϕ 穴を中ぐりしているところです．工作物は2か所で面板に直接ボルト止めし，さらに2組の締め金でクランプしています．バイトは写真3-10②のもので非常に丈夫なので，穴が深いにもかかわらず能率良く削れます．バイトが丈夫で良く切れると面もきれいに仕上ります．

図写真9-40　　写真9-41

写真9-41は主軸手回しハンドルの軸のテーパー穴を削っているところです．四爪チャックでくわえて心を出して，固定振れ止めで押さえています．

突っ切り

幅の狭いバイトを直進させて工作物を切断することを突っ切りといいます．熟練していても緊張する仕事で，バイトが折れたり喰いこんだりでがっかりした経験はだれにもあるはずです．初めて旋盤を使う人にとってはなおさら気持の負担

になりますが，これをマスターしないと仕事にならないといってもいい過ぎではありません．とにかく練習を積むことです．

突っ切りバイト

付け刃型の市販品や，前に紹介したホルダーとセットにした便利なものもあります(図9−42)．完成バイトを研いで好きな寸法に作ることもできます．いずれにせよ他のバイトに比べて形が細いのに刃の当たり幅が長いので折れやすいのです

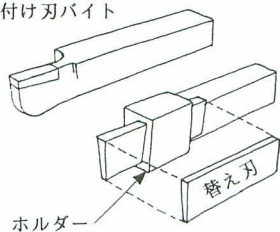



図9-42

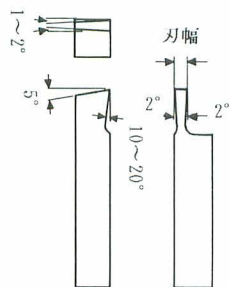
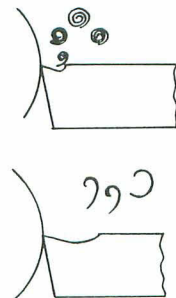



図9-43

図9-44

が，だからといって刃幅を広くすれば刃先にかかる力が比例して大きくなり，騒音やビビリがひどくなります．ハイスバイトではバイト材の高さの$\frac{1}{5}$〜$\frac{1}{4}$ぐらいの幅が手頃で，8×8mm完成バイトから作るとすれば刃幅は1.6〜2mmぐらいです．

図9-43は完成バイトから研ぐ例ですが，両側の垂直面には1〜2°，刃先から根元にかけては2〜3°の逃げ角をつけて工作物との摩擦を減らし，折れるのを防ぎます．切れ刃以外の部分が工作物にふれてはなりません．真鍮用にはスクイ角をつけると食いこみをおこしやすくなるのでまったくつけません．鋼材用には10〜20°程度つけますが，図9-44上のようにカーブが小さいとキリコが固く小さい渦巻きになって詰まることがあるので，下のようにゆるいカーブにして流れを良くします．20mm，30mmϕ程度の小径突っ切りで，特別硬くない鋼材なら真鍮用で兼用してそのまま使っても差し支えありません．

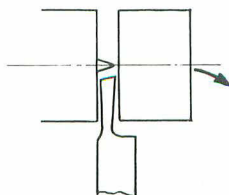



図9-45

切れ刃(図9-43で刃幅と書いてある部分)は全長に欠けやダレがなくきれいに研いでないと切れ味が落ちて騒音がひどく，折れる機会が多くなります．購入した新品バイトでも必ずしも完全な状態であるとは限りませんから，使用前にオイルストーンで手研ぎするとよろしい．誇張図9-45のようにわざと刃先を傾けて，切れ落ちた工作物にヘソを残さないようにする場合もありますが，大径の突っ切りのときには刃がまっすぐ進まず，折れる原因になります．

バイトの取り付け

刃が主軸に対して直角に進むことが大切ですから，図9-46のようにチャックや面板の表面に当てて刃の方向を決めます．突き出し(オーバーハング)を必要最小限にし，刃高を合わせて固定します．突っ切りはとくに刃高の設定が大切で，また，横送り台や往復台のガタが大きいと振動してトラブルの元になりますから旋盤の調整も大切です．　刃高が高いと途中から切削不能や食いこみを起こすことは3-19図で説明しました．

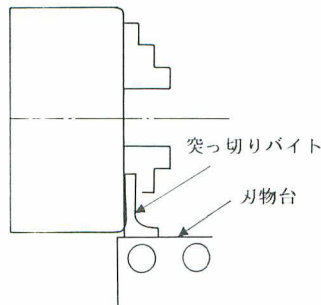



図9-46

突っ切りのテクニック

爪から遠い場所での突っ切りは，心押し台センターや振れ止めで押してもやりにくいので，チャック爪のできるだけ近くで突っ切れるように初めに工作物の長さを考えてくわえます．心押し台センターで押すのが安全です．

外径削りの半分ぐらいの回転速度で，ゆっくりした一定の速さで切りこみます．初めは工作物が多少偏心しているので断続的な騒音が出ますが，すぐに滑らかになります．快削鋼がよく切れている時はシャーという連続音です．真鍮，鋳鉄以外は切削油を付けながら突っ切るとキリコ詰まりや食いこみが少なく，より安全です．

「ビビったら回転を落す」のが原則です．すべての条件が良い場合でも，切りこ

みが遅すぎると，切削量が少なく，刃先と工作物がこすれている状態に近くなって騒音ばかりが増えますから，思い切って速く切りこむとピタリと止まります．

直径3～4mm以下の細い棒の突っ切りで，刃高が正しく，切りこみ速さも適当で，チャックのすぐそばで突っ切っているのに，工作物がひどく振動し，無理に進めると突っ切れる前に曲がったり折れたりして困る場合があります．原因は；

①爪が開いてオーバーハングが大きくなっている(第5章図5-8).

②工作物直径に対して刃幅が大きすぎる．

などが考えられます．

①の場合は確実に起きます．対策として間にあわせの手段ですが厚さ0.3～0.5mmぐらいの真鍮板を工作物に1回巻き付けてからくわえますと安定します(図9-47).

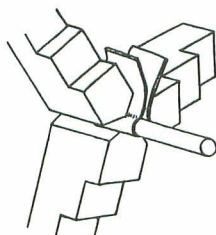
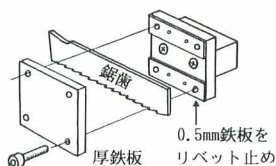
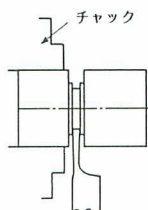



図9-47　図9-48　図9-49

②の対策は，折れた手ノコ刃で自作した細物専用バイト(図9-48)が効果があります．アサリ(刃を交互に左右に広げること)はグラインダーで平らにします．すぐ作れるし非常に経済的です．Cリング用の狭い溝を切るなどにも使えるので，便利です．

径の大きい突っ切りはもっとも注意が必要です．心押し台センターでしっかり押さえ，さらに図9-49のように時どき刃先を戻して横に移動して，溝幅を広げて削ると安全です．突っ切りが完了した途端に工作物が落ちてベッドを傷つけますから，残り直径1～2mmになったら旋盤を停止して手で折ります．バイトの刃が短くて例えば直径10mmぐらい残った場合は，旋盤を止めて手ノコで切ります．勢い余って手ノコでベッドに傷を付けないよう，ベッドの上に木の板を置き，切れ落ちる前に手で折ります．低速で回転させながら手ノコで切ると大変速く切断できますが，危険を伴いますから熟練するまではやめた方がよろしい．重い工作物は，残り径が小さくなったら旋盤から外してバイスにくわえて手ノコで切ります．特別大径の突っ切りには突っ張り板をする方法(図9-50)もありますが，かなり微妙なので初めから旋盤を使わずにノコ盤などで切断する方が楽(らく)です．

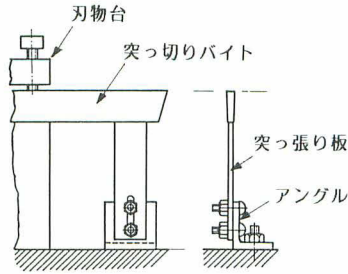



図9-50

カエリと面取り

ほとんどの金属は力を加えると伸びる性質があるので，刃物で削ると図9-51の矢印のようにはみ出してまくれ上がります．バイトの切れ味が悪いとか，切りこみや送りが大きいと一層大きく出ます．これをカエリといい，残しておくと手をケガしたり，軸と穴をシックリ嵌(は)めあわせる場合には測定を誤るもとになりますから必ず取り除かねばなりません．そのため切削完了した品物は角(かど)を落すのが常識で「面取り（メントリ）」といい，設計図では図9-52のように示されます．とくに指定がなくても必ず「糸面」という軽い面取りをします．熟練者は決して怠らないものです．旋盤を低速で回転して手バイトまたは細かいヤスリを軽くあてる

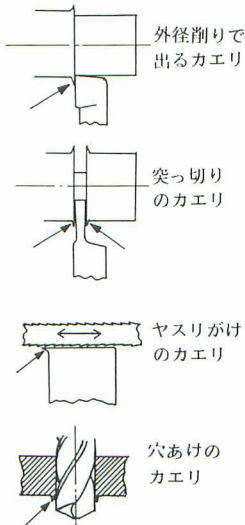



図9-51

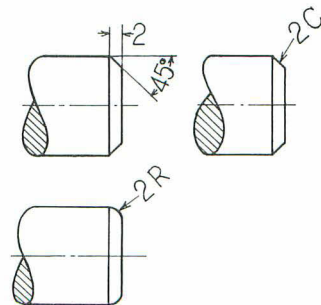



図9-52

か，あるいは刃物台を適当な向きに回して刃を斜めにあてて削ります．

できれば面取り用バイトを用意しておくと能率的です．図9-53は海外の本に出ていたのをヒントに作ったもので長年使っていますが大変便利です．1および2(直線)はそれぞれ工作物の右および左カドの45°面取り，3，4は面取りではなく外径および端面の一般仕上げ切削に使います．

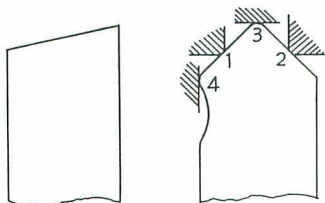



図9-53

図9-54

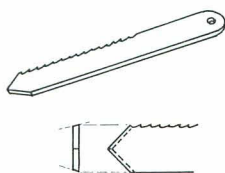



図9-55

図9-54は，折れたノコ歯を研いで作った手バイトで，切れ刃を砥石で鋭く研ぎ，低速回転で工作物のカドに切線方向に押しつけますとラセン状のキリコを出しながらキレイに面取りできます．とくに糸面には手軽な道具ですが，大きな面取りにも使用できます．この方法で丸面を削るときは，でき上がりを確かめるために半径(アール)ゲージを作っておきます．薄板にドリル穴をあけて切り取ったもので充分です(図9-55)．とくに正確な半径を要求されるとか量産仕事の場合は姿バイトで削ります．

いずれにしても面取りは工程の最後なので，ホッとした気の緩みからそでやヤスリの尖端をチャック爪にひっかけられてケガをしないよう注意が必要です．ヤスリには掌をケガしないように必ず木の柄をはめて使います．

いろいろな材料の削り方

削りやすい金属材料は**真鍮**ですが，切れ味の良くないバイトを押しつけますとテラテラ光った面になります．慣れないうちはこれを良い面と錯覚しますが，いわばこすって磨いているので，寸法も不正確になり工作物も熱くなります．削りやすい材料だからとあなどってバイトをぞんざいに扱わずに，ハンドストーンも使ってシャープにていねいに研ぎますと真鍮独特の美しい面が得られます．キリコが激しく飛びますから安全眼鏡をかけるか，刃物台にキリコカバー(写真2-4,

2-5）を立てて防護します．

アルミはさらに粘り強く軟らかいので，調子に乗って切りこみを急ぎますとバイトが食いこんで工作物がチャックから飛び出します．あせらずに一定の速さで切りこみます．キリコが途切れずに巻きつきますが，絶対に素手でつかんではなりません．旋盤を止めてペンチなどで挟んで取り除きませんとひどいケガをします．刃先にコビリ付きやすく，それが工作物面に深いムシレを作りやすいので，必ず切削油をつけながら速い回転速度で，だんだんに切りこみを浅くしながら，何回も繰り返しますと良い面ができます．このように，軟らかい材料の工作は必ずしも快適であるとは限りません．これに比べるとアルミダイキャストは扱いやすい材料です．なお，アルミ，真鍮などの仕上がった面をじかにチャックにくわえると爪キズが付きますから，真鍮の薄板を巻いてからくわえます．

銅は粘りが強いので非常に削りにくい材料です．バイトが押す力だけで曲がったりちぎれたりしますからバイトはとくにシャープに研ぎ，爪のすぐそばで削ります．薄肉の銅パイプは棒などを詰めてしっかり保持して切削します．切削油は絶対に欠かせません．

鋼材はいろいろな種類があるので一口にはいえませんが，必要以上に硬い種類は避けて，軟らかい快削鋼を使うのが得策です．激しく削ると図9-56のように工作物が刃先にこびり付くことがあります．構成刃先といい，切れ味が落ちますからオイルストーンで研ぎ落します．切削油を使えば発生を減らせます．

図9-56

ステンレス鋼はもともと硬いのに，加工に伴ってさらに硬化するので難物です（加工硬化といいます）．快削ステンレスを使うと多少楽にはなりますが，必ず切削油をつけながら，深目に切りこんで低速で削るのがコツです．前述のように超硬バイトを使用すると刃が長持ちします．

鋳物は厄介な材料に感じますがコツを覚えてしまえば難しくはありません．問題は表面の硬い皮（黒皮）の除去です．大変硬くてバイトを傷めますから，切削油は使わずに低回転で，刃先を黒皮の下に潜りこませるように深く入れて一気に剥(む)いてしまいます．黒皮の厚さは鋳物によって違いますが，0.3～0.5mm ぐらいです．鋳鉄(ちゅうてつ)は，鋳造のとき部分的に急冷されてとくに硬い皮（チルといいます）が残っている場合があります．普通の黒皮よりはるかに硬く，ハイスバイトでは刃が

立ちませんから，鋳物全体を焼き鈍しするか，チル部分をグラインダーで削り取ってから切削します．しかし超鋼バイトならいきなり削れます．鋳鉄の切削をしばしばする場合は，チルの有無にかかわらず，丈夫な超鋼バイトを備えておくのがよいでしょう．このようにして黒皮さえ剝いてしまえば，後は速度を上げて削れます．

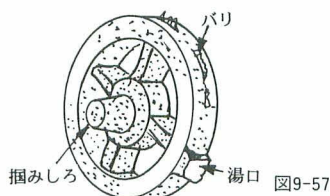



図9-57

図9-57を例にします．付着している砂は旋盤を傷めますから最初に金属ブラシでできるだけ取り除きます．また，金属を流しこんだ「湯口」の痕があり，鋳型の合わせ目にはトゲトゲした「バリ」が出ています．しかも鋳型から抜きやすいように「抜き勾配」がついています．こうした凹凸は旋盤加工に先立ってできるだけヤスリで削り取っておきます．つかみしろ部分はできるだけ丸く削っておきます．このような「前処理」はあとの旋盤加工を楽にしますから充分にしておきます．四爪チャックを外爪にセットし，鋳物の外径をくわえてつかみしろ部分がほぼ中心になって回るようにセットし，つかみしろの黒皮を削り取ってキレイに仕上げておきます．三爪チャックにかえて今削ったつかみしろをくわえ，本体の切削にかかります．つかみしろを黒皮のままくわえて最後まで削ると，把握が不安定なために途中で位置がずれて思わぬ失敗をすることがあります．

鋳物を削った後は旋盤をよく掃除しておかないと，黒皮の粉や砂のために滑り面の摩耗を早めます．往復台から上を分解して灯油で洗い，油引きすれば最高です．

一般のプラスチックは元来，型に流しこんで成型される材料で切削には向きません．旋盤にとっては有難くない材料です．キリコはどこまでも続く長いヒモ状になって工作物やチャックに巻きつき，帯電してくっつくので取り除きにくく，弾力があるので寸法を精密に測ることができない上に，削った後も時間とともに収縮変形しますので金属のように正確な寸法を保つことはできません．どうしても「精密に」削りたければ，後で切り取る余分な場所に金属のパイプをはめて一緒に削り，その外径を測定します．

アクリルなど，熱に弱い材料はとくに難物で，せっかくドリルであけた穴が，融けたキリコでふさがってしまうし，突っ切り中にふたたびつながってバイトが

食いこみます．キリコが融けて接着するのですから厄介です．また，刃先にもこびり付いて切削面を傷付け工作物の透明な外観を損ないます．そこで，切れ味のよいバイトを使い，刃先にRをつけてとくにていねいにオイルストーンで研ぎ，素材には傷が付かないようにボール紙を巻いてチャックにくわえ，融けるのを防ぐために油(切削油など)を付けて300回転程度の低い速度で，ゆっくり送って削ります．透明な材料はわずかでも傷が残ると目立ちます．切削中は油でぬれているのでわかりませんが，乾くとあらわれますから細心の注意が必要です．エンプラ(エンジニアリングプラスチック)と呼ばれる材料の中には加工性の良い材料があります．

金属にあきたら，たまには**木材**を削って楽しむのもよいでしょう．第16章をごらんください．

切　削　油

鋳鉄と真鍮以外は，切削油をつけながら削ると刃先が冷却されるので刃の持ちが良くなり，キリコが洗い流されるので詰まって傷をつけることがなく，切削面がきれいになります．鋼材の切削では構成刃先ができるのも防げます．旋削だけでなくタップダイスでのねじ切り，ドリルやリーマーの作業にも非常に有効です．

快削鋼の軟らかいものは切削油なしでもきれいに削れますが，快削鋼でも硬いものや快削性でない一般の軟鋼，硬鋼およびステンレス，銅，アルミ，などには必ず必要です．とくに粘り強い種類の真鍮の切削やリーマー作業には使う方が良いようです．

切削油にはいろんな種類があります．動植物性油を主体にした油性タイプは潤滑作用に優れ，仕上げ面が良く，刃物が長持ちします．水で数倍に薄めて使う乳状の水溶性タイプは冷却力が強いので工場ではよく見かけます．ミニ旋盤では冷却が問題になるような使い方はあまりありませんから，タイプにこだわるよりもどの作業にも使えるものを一種類用意すれば充分でしょう．20リットル缶入りで販売していますが，油を長期間置くと酸化変質しますから，たまに使うだけならホビー店などにある小さい缶入りがよろしい．応急的には，鋼材にはラード油，アルミには灯油も有効です．軽い切削には石油，マシン油などの鉱油も使われます．

使い方は筆で塗るだけで充分です．工具店に行けば油筆がありますが，どんな筆でもよろしい．ボール盤やミーリング作業の際は筆が巻きこまれて危険ですか

ら必ず停止して塗ります．油を連続的に滴下する容器があると長時間作業には便利です．スプレーなどの空き缶を利用して簡単に作れます(図9-58)．油量をコントロールするバルブは4ϕ快削ステンレス棒で図9-19の要領で作り，円板型のハンドルを付けます．バルブ本体は真鍮で充分ですが，バルブのテーパー部が接触する穴は注意が必要です．穴にリーマーを通した後，Dビットでていねいに仕上げてキレイなエッジにして(第21章図21-13参照)，バルブが気密に閉まるように作らないとダラダラと流れ落ちて気持の悪いものです．

切削油を激しく使うと臭気や，時には煙も出ますから，なるべく吸わないように換気扇を備え付けるのがよろしい．

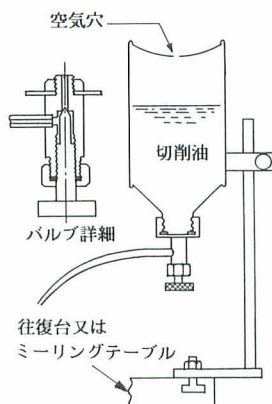



図9-58

10. ドリルとリーマー

ドリルとセンタードリル

現在のドリルはすべて図10-1のねじれ溝タイプ(ツイストドリル)で，刃先から見ると中央に直線部（チーゼルポイント）があり，切れ刃と125～135°の角度になっているのが正しいのです．ねじることによって自動的にスクイ角がつきます．もちろん刃先が対称になっていないと正しい穴があきません．普通の場合，刃先角より対称度が重要です．このタイプのドリルは，いきなりあけると中心が振れて穴位置が狂いますから，あらかじめポンチを打つかセンタードリル(図10-2)でくぼみを作って案内にします．センタードリルのもう一つの大切な役目は図10-3のように，センターで工作物を押す場合にその尖端を傷めないように逃がす二段穴を作ることです．そのため段の部分の角度をセンターに合わせて60°に作ってあります．直径はいろいろありますがミニ旋盤用には先の細い部分の径1mm～2.5mm程度が適当です．この部分は非常に折れやすいので，回転速度を充分に上げ，60°部分との境目に達するまでは強く押さないよう慎重に扱います．

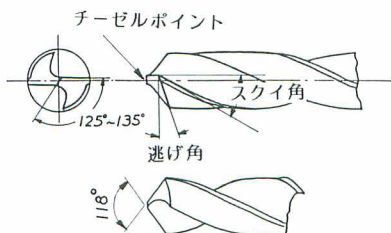



図10-1

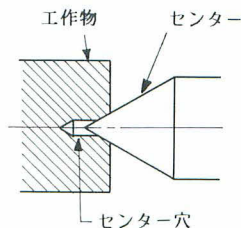



図10-3

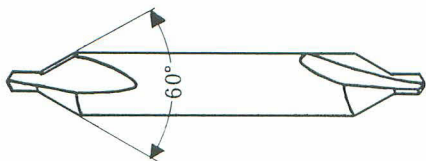



図10-2

ドリル使用の注意点

ドリルで穴をあけるのは簡単ですが意外にケガが多いので注意が必要です．

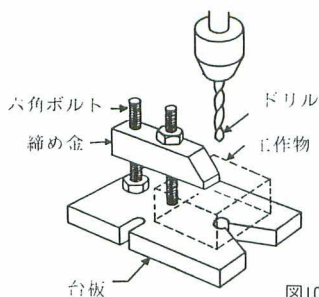
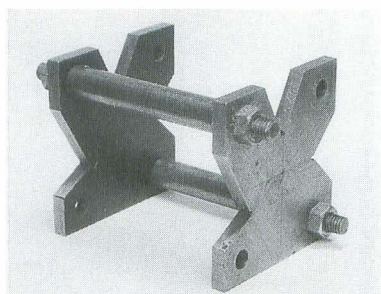
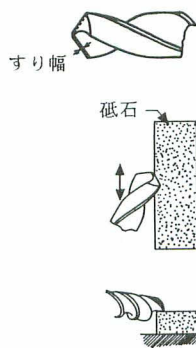
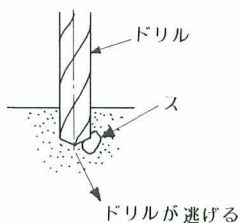
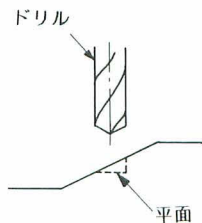



図10-4
写真10-5
図10-6
図10-7
図10-8

①工作物はしっかり固定します．ボール盤には図10-4の道具を作っておくと非常に便利です．丸棒の穴あけはVブロックに乗せて行うと安定がよく，写真10-5のようなブロックが簡単に自作できます．

②必ず前述の案内穴を作ってから穴あけし，時々抜いてブラシでキリコを払う．この際必ず回転を止めておこなうこと．

③真鍮(しんちゅう)，砲金，銅など粘り強くてやわらかい材料は，貫通する際にドリルがくいこんで工作物を振り回したりはね飛ばしたりして，せっかくの工作物をオシャカにしたり，ドリルを破損したり，ひどいケガをすることもあります．3mm以下の細いドリルでもその力は馬鹿になりません．そこで，必ず刃先を図10-6のように砥石(といし)にぴったり押しつけてすって(刃先を殺すといいます)食いこみを防ぎます．すり幅はごくわずかで，細い線状に見えればよいのです．真鍮専用ドリルを一揃い作っておくのがよろしいでしょう．

④傾斜面を貫通する時や，鋳物の内部に「ス」(空洞)がある場合(図10-7)もドリルがひっかかって工作物を振り回したりドリルを折ったりする上，真っ直にあきません．もちろんケガもします．初め細いドリルであけて確かめてから段々太いドリルに替えてあけます．

⑤斜面や凹凸面にあけるときは図10-8のようにあらかじめヤスリかエンドミルで小さな平面を作ってからあけないと穴位置が狂います.

⑥薄板は専用ドリルか他の方法(プレス,ヤスリ等)であけます.専用ドリルについては「その他のドリル」の項をごらんください.

⑦ツイストドリルは細くなればなるほど,直径の割りにチーゼルポイントが大きいので切削能率が低くなり,直径に逆比例して回転数を上げますと刃先が焼けてしまいますから1mm以下のドリルは注意が必要です.例えば5mmのドリルで800回転が適正な場合,0.5mmなら計算では8000回転となるはずですが,実際は3000回転程度が適当なのです.もちろん回転数に比例して送りも遅くしなければなりませんから作業能率も落ちます.

良い穴があかない時は

①案内穴なしであけた.　(穴位置が狂う,穴が傾く)
②いきなり太いドリルであけた.(穴径が太くなる,真円にならない)
③強く押しつけ過ぎた.　(穴がゆがむ,ドリル刃先が傷んだり,焼けたりする)
④キリコを取り除かなかった.(穴径が大きくなる,面が荒れる,振り回されて危険)
⑤逃げ角(二番)が大き過ぎる.(食いこみを起こし危険,面が荒れる)
⑥刃先が対称でない.　(穴が太くなり,出口に段が付いて細くなったりする.)

旋盤でドリルを使うには

心押し台側からあける

片刃バイトで工作物端面を削(けず)ります(写真10-10).心押し軸の穴をよく掃除してドリルチャックをはめ,センタードリルをくわえます.心押し台固定ねじ(図10-

図10-9

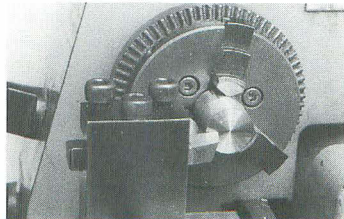
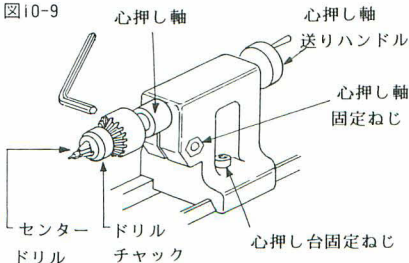



写真10-10

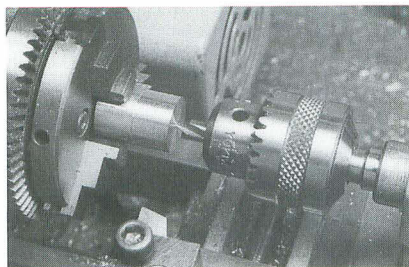



写真10-11

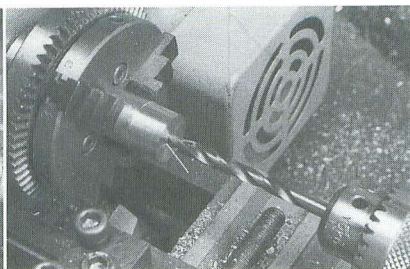



写真10-12

9)を締め，中または高速回転でスタートします．最初，心押し軸固定ねじを軽く締め，心押し軸送りハンドルをゆっくり回します．尖端が工作物に少し入りこんだら(写真10-11）心押軸固定ねじを緩め，平均した速さで送りハンドルを回すと案内穴ができます．次に希望の太さのドリルに替えて穴をあけます(写真10-12)．大径の穴はいきなりあけずに，小径のドリルであけてから段々に太いドリルに替えてゆくと機械にもドリルにも無理がかかりませんし，穴もきれいです．太いほど回転速度を落すのはもちろんです．非常に細い，例えば1mm 以下のドリルは送りをきわめてゆっくり慎重にやりませんとドリルを破損します

上述のように刃先を殺してないドリルを真鍮に使うと，食いこんでドリルチャックごと振り回され，心押し軸のテーパーをキズつけます．

センター穴があっても，ドリル刃先の不対称などが原因で振れる場合は図10-13のように刃物台に真鍮か木の棒をかませてドリルを横から軽く押して止めます．

主軸側からあける

仕事によっては，旋盤主軸の三爪またはドリルチャックにドリルをくわえるほうが便利な場合があります．心押し台に図10-14のVセンターまたはパッドセンターをはめて，これに工作物を左手で押しつけて右手で心押し軸ハンドルを回して穴をあけます．貫通するときに振り回されないよう注意が必要です．このようなセンターは市販品がありませんから自作するしかありません．

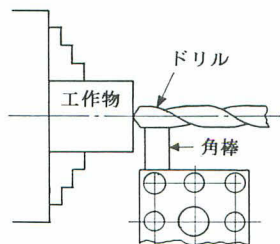



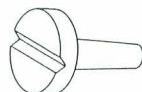
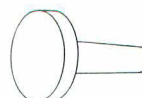
図10-13

Vセンター

パッドセンター

図10-14

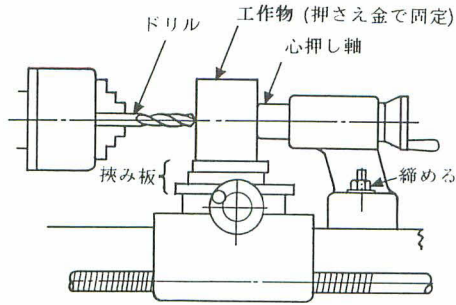



図10-15

もう一つの方法は，工作物を横送り台上に固定して親ねじで主軸台の方へ送ってあけます．太いドリルも使えるし安定も良く，チャックで振り回せない大きな工作物にもあけることができます．据えぐりの下穴をあける時などによくやる方法です．無理をしないように図10-15のように心押し軸であと押ししながらあけるとさらに安定が良く，太いドリルの力に耐えます．　小型ボール盤は低速が出せないので，太いドリルは旋盤で使うほうが無理がなく，良い穴がつくれます．

深い貫通穴をまっすぐにあける

ドリルの長さが足りないような深穴を工作物の両側から普通にあけますと穴が一致せず交点で食い違います．図10-16のように両端にセンター穴をあけ，心押し台センターで支えて手で握り，主軸側からドリルであけます．刃先が正しく，曲がりのないドリルを使い，少し細い径から始めて段々広げます．ほぼ真ん中まであけたら左右を入れ替えます．工作物をドリルの回転と反対向きにゆっくり回すとより良い穴になります．真鍮などは前に述べたように刃先を殺しておかないとひっかけられてケガをすることがあります．低回転で細いドリルであらかじめ練

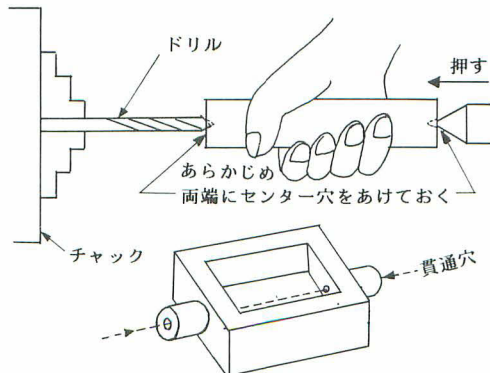



図10-16

習をするのがよろしいでしょう．図の下のような枠形の両端の穴を一致させるのもこの方法でできます．

ミニ旋盤で大きなドリルを使う工夫

ミニ旋盤はドリルチャックが小さいので，大きな穴をあけたいとき不便を感じます．まともにすると先ずチャックに入る一番大きなドリルであけて，バイトでボーリングするので手間がかかります．ミニ旋盤はたいていショートタイプテーパーなのでテーパーシャンクタイプの大径ドリルを心押台に直接挿入することもできません．そこで考えられる手段は；

①大型ドリルチャックのアーバーをミニ旋盤に合わせて取替える（図10-17①）．
②心押し台ドリルチャックの代わりに三爪チャックを付ける．
③ソケットを作る（図10-17③）．
④ドリルのシャンクを細く削る（図10-17④）．
⑤ドリルの尻にセンター穴をあけておき，回し金をしっかり締め付けて左手で支え，旋盤を比較的低速で回転させ，右手で心押し台ハンドルを回して工作物の案内穴にドリルを押しつけながら進める（図10-17⑤）．

このうち①～④はいずれも心押し軸テーパーの摩擦で支えるのですから，ドリルが大きいほどテーパー部で空転して傷をつける機会が多く，ミニ旋盤には問題で

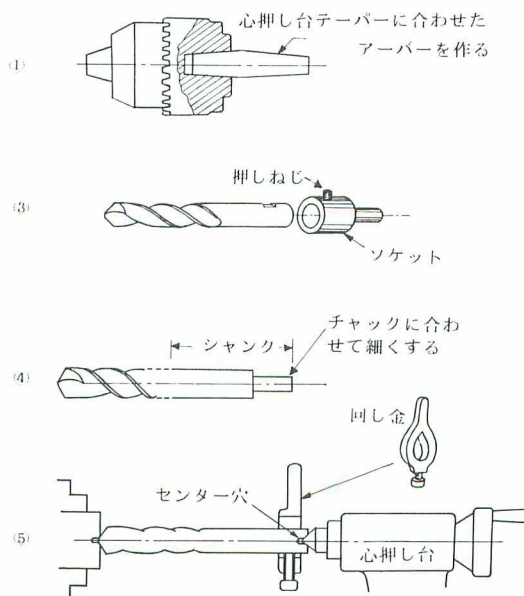



図10-17

す．また，①はドリルチャックが大き過ぎると刃物台やバイトに当たってかえって使いにくいものです．②は余分に三爪チャックを購入しなければなりません．そして①②ともアーバーを自作しなければなりません(テーパー削りの章を参照)．③は各ドリルの直径に合わせてたくさんのソケットが必要です．④は，幸いドリルのシャンクには焼きが入っていませんので旋盤で容易に削れます．しかし市販のドリルスタンドが使えなくなるのでドリルの整理には不便です．結局⑤がもっとも便利でしょう．慣れないうちはドリルが引っかけられてやりにくいかも知れませんが，小型のミニ旋盤なら大きな危険はなく，少し練習すれば正しい穴があけられます．この他に，センター高に合わせたVブロックを使う方法もありますが別の機会に譲ります．

どの方法を使うにしても，旋盤の力を考慮して小さいドリルで始め，だんだんに太くして行くのが安全確実です．いきなり太いので始めますとドリルがくいこんで，せっかく削った品物をオシャカにすることがあります．繰返しますが，真鍮には必ず刃先を殺したドリルを使います．

その他のドリル

ドリルにもいろいろな種類があります．図10-18はスピア(槍)形ドリルで，今ではあまり使われませんが簡単に自作できますので急場の間に合います．それで，細穴あけ用にこのスピア形をギターの絃やピアノ線などを利用して自作する人もあります．

図10-19の真溝形は名のとおり溝が真っ直でスクイ角がありませんから食いこみがなく，真鍮には適当なドリルです．

図10-20および写真10-21は薄板用で，市販のドリルを研(と)いで作ります．砥石の

図10-18

図10-19

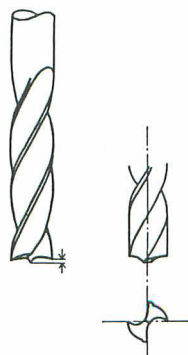



図10-20

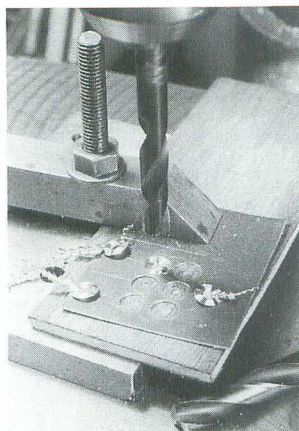



写真10-21

カドがダレていないグラインダーを使って手持ちで研げます．購入したままの市販のねじれドリルで薄板にあけますと引っかけられて板のほうが回るので危険な上，板がぐちゃぐちゃに曲がってしまいます．どうにかあいたとしても五角形の穴になってガッカリするのが普通です．

カエリ

前章で説明しましたようにドリルが貫通した周囲にはカエリが出ます．取り除くには穴径の2倍ぐらいの太さのドリルを手に持って穴に押しつけて一，二回まわして浚(さら)えるのですが，穴数が多いと手がくたびれますからボール盤にくわえて低速で軽くあてて浚います．座ぐりカッターをボール盤か旋盤につけて低速であてると一層きれいにできます．ドリルロッドで簡単に自作（第21章図21-7参照）できますし，いろいろな市販品もあります．

リーマー

ドリルであけた穴の面のムシレや傷を取り除き，真円にする工具です．回転軸の穴などは最低限でもリーマー仕上げにするのが定石です．直刃形ハンドリーマー（図10-22ａ）が一般的です．その下の図は尖端部のテーパーを誇張してあります．刃のくいこみを防ぐ左ねじれ形ｂ，太さを調節できるアジャスタブルリーマー（自在リーマー）ｃもあります．この他テーパー穴を仕上げるテーパーリーマーがあります．

ハンドリーマーはハンドル（市販のタップ用で兼用）をつけて手回しで使用しま

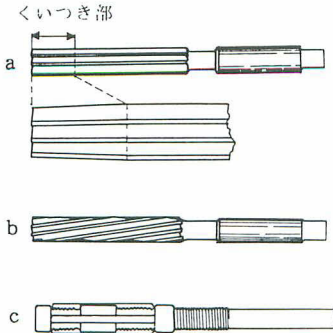



図10-22

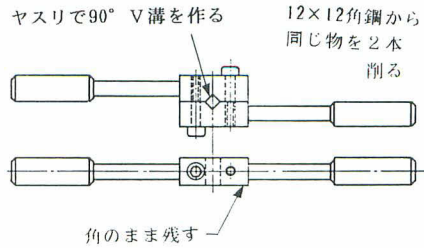



図10-23

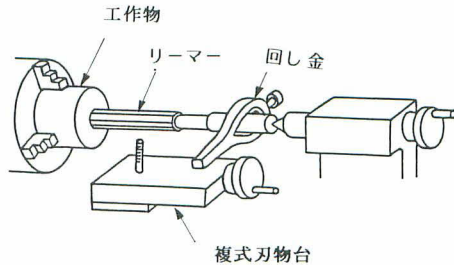



図10-24

す．図10-23は即席で作れるハンドルの例です．第12章のタップハンドルにも利用できます．

大量に削り取る工具ではなく凹凸をコスリ取るだけですから穴径より0.1〜0.2 mm小さいドリルで下穴をあけてから切削油をつけて通します．刃こぼれすると穴キズになりますから無理に押さぬよう細心の注意で右回しで削ります．決して逆回転で削ってはなりません．刃の間にキリコが詰まったまま無理に続けますと切削面がムシレますから頻繁に抜いて掃除することが大切です．旋盤でする場合は心押し台チャックにくわえて，工作物を低速で回転させながら挿入し，時々抜いてキリコを払いながら貫通させます．ビビりやすいので，大径のものは主軸を手回しで行なうのが安全です．

ドリルチャックに入らない太いリーマーは図10-24のようなフローティング法で行います．図のように回し金をつけて心押し台センターで支えます．刃物台で回り止めをして，主軸を静かに回して押しこんでゆきます．リーマーが引っぱりこまれて外れるので，かなりの熟練が必要で，手が3本ほしい仕事です．

リーマーの公差

径によって程度は違いますが，市販品は公称寸法より0.01mm程度大きい目に仕上がるように作られていますから，軸にキッチリの穴にしたい場合はアジャス

タブルリーマーを使います．普通のリーマーをオイルストーンで軽くすって細くすることもできますが，かなり練習が必要です．

保管

どんな刃物も，よく掃除し，互いに衝突しないように保管します．ドリルやリーマーはとくに粗雑に扱われているように思われます．他の工具と一緒に工具箱に放りこむのはわざわざ傷めているようなもので，それだけで腕の程度が想像できるものです．いろいろなスタンドが市販されています．よく乾かした厚い木片に穴をあけ，湿気を防ぐためにニス等を充分に塗って，刃を上にして差して整理しておくとよろしい．

11. 両センター削り

外径削り

写真11-1のように工作物の両端をセンターで支えて，回し金で駆動して削る方法です．工作物を何回取り外しても心が狂わないので回転軸製作などの精密作業にはもっとも適しています．チャックがなかった時代はすべて両センターで加工したそうですが，現在でももっとも大切な手法であることに変わりありません．

工作物両端に前章図10-3の要領で案内穴をあけ，回し金を工作物左端にしっかり取り付けます．主軸台と心押し台のテーパー穴をていねいに掃除してセンターをはめ，工作物を両側から押して保持し，回し金の尖端を面板の穴にはめます．センターの使い方についてはＰ.83～Ｐ.86を参照して下さい．

バイト刃先が全長にわたって動くか，その間ぶっつかるものはないか等を確かめてから切削にかかります．全長の切削は1回ではできませんから，中ほどまで来たら工作物を外し，左右を入れ替えて回し金を嵌め替え，残りを削ります．もし三爪チャックですると継目に段がつくのは避けられませんが，両センターで削りますと改善されます．

激しく削ると温度が上って，工作物が伸びて両方のセンターを強く押すので，センター焼けを起こすばかりか工作物が細いと曲がってしまい，正確な切削ができなくなります．時々止めて冷し，センター穴に給油して押しなおします．材料の取りしろが多い場合はあらかじめ三爪チャックにくわえて荒削りしてから，仕

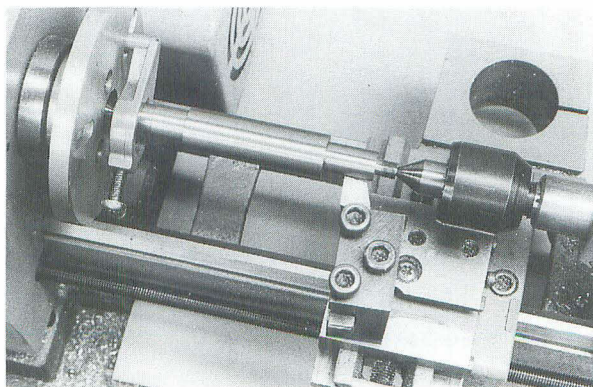



写真11-1

上げだけを両センターでするのが有利です．

説明するまでもありませんが，両センター切削では絶対に突っ切りをしてはなりません．切れ落ちる前に工作物がバイトの上にせり上がって食いこみ，バイトを折ります．

中ぐり(据えぐり)

第9章の「中ぐり」は工作物をチャックでつかみましたが，両センターでする中ぐりは通称「据えぐり」といって写真11-2および図11-3のように工作物を横送り台に固定し，両センターで中ぐり棒(ボーリングバー)を支えて回し，往復台を進ませて削ります．あとで述べますように結果的には「中ぐり」と大きな違いがあります．

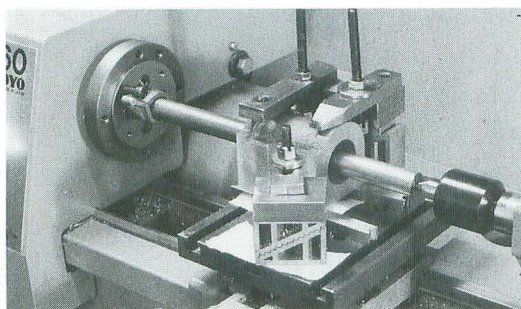



写真11-2

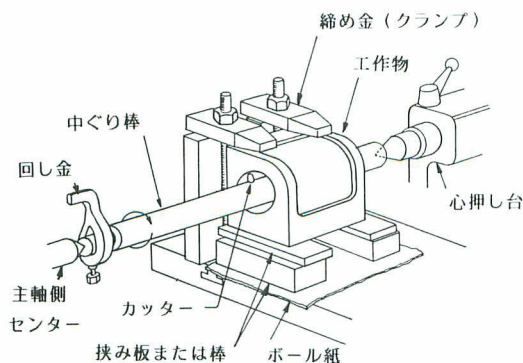



図11-3

中ぐり棒は構造が簡単ですから容易に自作できます(写真11-4)．図11-5からわかるように，工作物の穴の長さの2倍強の全長(2A＋B)が必要ですから，できるだけ太く丈夫な丸鋼棒で作ってビビリを防ぐようにします．例えば中ぐり棒の長さが300mmなら最低15mmの直径が必要です．両端にセンター穴を作り，ほぼ中

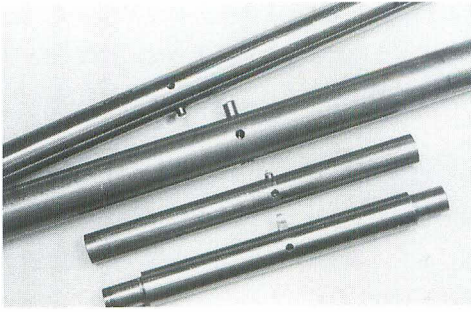



写真11-4

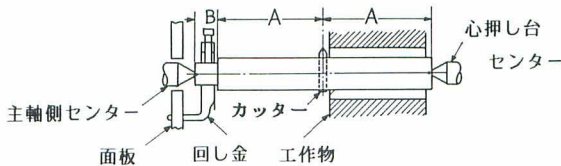



図11-5

央に直角に刃を挿入する穴を貫通します．刃の直径に合わせてリーマーで仕上げますと4mm押しねじ1本で充分切削力に耐えます．刃は，折れたタップのシャンク部分や完成丸バイト(中ぐり棒の1/4～1/5ぐらいの直径)を研いで作ります．刃先の姿は工作物との当たりをあまり広くしないで，とがり気味にするとビビリの心配が減ります．第18章図18-2フライカッターの左から2番目の刃とまったく同じです．

工作物の穴を中ぐり棒が通るまで広げ，詰物をして中心位置と穴径をケガき，センターポンチを打ちます(第8章参照)．横送り台(必要ならボーリングテーブルをつけて)に置き，下に平鋼材や薄板を挟んでポンチ穴をセンター高に合わせるとともに，左右のセンターに合わせて位置を決めます．2か所以上を締め金で固定します．

すでに削ってある面に平行に据えぐりしたい場合は，図11-6のようにその面を

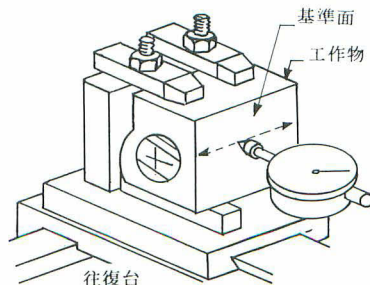



図11-6

手前に置き，前述のように心高をあわせてゆるく固定します．ダイアルゲージをこの面にあてて，工作物の左右の端を木ヅチで軽くたたいてずらせ，往復台を左右にスライドしても針が振れなくなったら増し締めをして固定し，最後に横送り台を前後して心を合わせます．

写真11-2でおわかりと思いますが，横送り台(またはボーリングテーブル)にボール紙を敷きますと傷がつかず固定もしっかりします．肉厚の薄い工作物は締め付け力で変形させないように注意します．切削前に忘れずに横送り台の固定ねじを締めて前後の動きを固定します．

まず荒削りです．詰物を取り外して中ぐり棒を取り付けます．心押し台センターが強く押されるのを防ぐために往復台を右から左へ送って削ります．やや遅い回転数(200～400)で開始します．毎回少しずつ刃を繰り出しながら削り，仕上げしろを0.3～0.5mm ぐらい残してやめ，仕上げ削りに移りますが，その前に刃をはずして研(と)ぎ直しておきます．

仕上げ削りは自動送りがよいのですが，ミニ旋盤には親ねじの逆転機構が付いていませんから，モーターを逆回転すると中ぐり棒も逆転してしまって切削できません．そこで，片道は手送りにして戻り道は自動送りで仕上げ削りするようにします．仕上り径に近づいたら中ぐり棒を外して穴径を測定します．あとわずか削るために刃の突出しを微細に調節するには，中ぐり棒をふたたびセットして図11-7のようにダイアルゲージに平座形の測定子をつけて，中ぐり棒を手で逆回しして指針が最高点になる場所を探します．押しねじを緩めて，押し過ぎないように慎重に刃を押し出し，指針が予定位置まで来たら刃を固定します．0.05mm 押しだせば穴は0.1mm 大きくなります．図11-8は調整を容易にするために工夫した道具で，2枚の板1を棒2で連結してあります．中ぐり棒にひっかけてねじ4で固定し，3で調整します．

鋳鉄(ちゅうてつ)は荒削りのときに初めの1回で黒皮を削り取ります．それには充分に刃を突き出して刃先を黒皮の下にもぐりこませて力強く削ります．長い穴は削り終わ

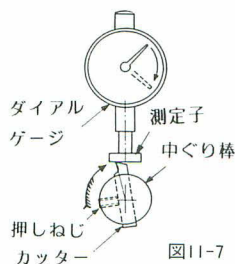
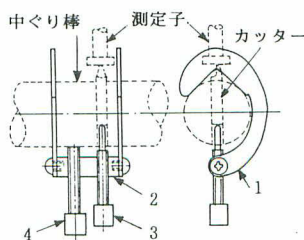



図11-7　図11-8

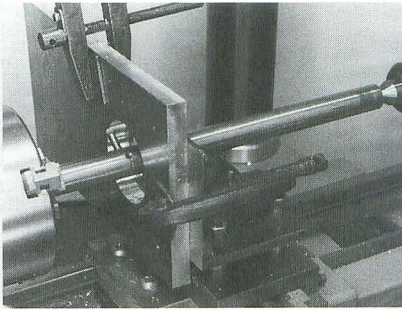
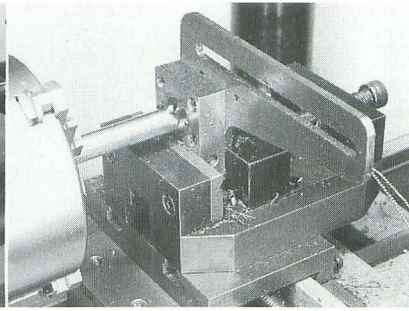



写真11-9　　写真11-10

る前に刃が摩耗するので，早い送りで荒削りと仕上げ削りをし，その後ラッピング仕上げをすると良い結果が得られます．

鋳物の不規則な穴を据えぐりすると中ぐり棒や回し金が騒々しく踊ることがあります．回し金と面板を針金で縛っておくとよろしい．

写真11-9はチャックでは振り回せない大きいアルミ板に据えぐりで穴をあけています．大きな穴をあけたアングル(第18章，写真18-17参照)を横送り台に固定して工作物を締め付けています．写真11-10は両センター加工ではありませんが似た方法です．工作物はバイスで固定しています．中ぐり棒の代わりに中ぐりバイトを利用し，四爪チャックでくわえています．チャック爪の調節でバイト全体を動かして穴径を加減しています．きれいにカールしたキリコが見えます．

据えぐりの利点

据えぐりは，やって見ればわかりますが見かけほど面倒ではなく，チャックによる中ぐりにはない大きな利点があります．チャックでくわえる中ぐりは工作物が回転しますから真円度は良いのですが，ベッドの不均等摩耗，旋盤の据え付けが原因のベッドのねじれ等の影響でバイトの送りが主軸中心線に平行でなく，穴の入口と出口で直径差ができるので，完全にテーパーのつかない穴にするのは至難の技です．これに反して据えぐりでは，誇張図11-11のように刃先は一定の場所

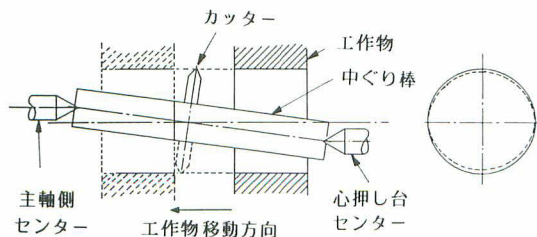



図11-11

で回転しています．もし左右のセンターが図のようにずれていると，刃先が描く円を工作物が斜めに通り過ぎることになり，穴は楕円になる理屈です．しかしその程度はきわめて小さいので問題にはなりません．しかも途中でカッターが摩耗しない限り直径差はできません．これが第一の利点です．

第二に，チャックにくわえられない複雑な工作物でも，写真11-9のように旋盤の振りよりも大きい工作物でも，加工できる利点があります．チャックのように工作物の片端だけをくわえるのではなく，しっかり固定できるのも有利です．これらの利点を利用するとミニ旋盤でも比較的大きな工作物や鋳物シリンダーなどのボーリングが可能です．

第三に，他の方法でちょっと真似ができないのは図11-12のように平行度が重要な2個以上の穴を一度のセットで加工できることです．一つの穴を削り終ったら横送り台のダイアルを穴間隔Dだけ進め（または戻し）て次の穴を削ります．光学機械や工作機械でよく見られる2本の平行丸棒を滑る案内穴の加工などがその例です．

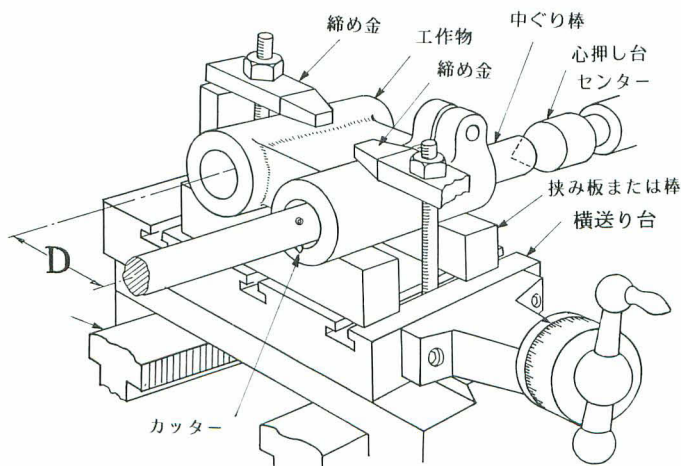



図11-12

ねじ切り

工作機械や測定器などに要求される偏心や振れの少ないおねじは，ダイスでは困難で両センターで切ります．両センターで支える以外は同じですから第12章をご参照下さい．

両センター加工の注意

①念のため親ねじ回りの掃除と給油をして軽く回転することを確認しておかないと，自動送り中に，思わぬ場所でカラ回りしたり重くなったりして失敗することがあります．

②外径削りの際，仕上げ削りのすんだ場所に回し金を取り付けるときは，真鍮(しんちゅう)板などを巻いて保護して締めます(図11-13)．工作の途中で緩まないよう回し金の締め付けを確認します．また，加工途中で工作物を旋盤から取り外してふたたび取り付けるとき，回し金と工作物の位置関係が変わると振れが出ることがあります．これはセンターやセンター穴にわずかな偏心があるためですから，精度を確保したければ加工完了まで回し金を外したり動かしたりしてはなりません．もっと完璧にするなら，主軸側に焼き入れしてないセンターを嵌(は)めて尖端を60°に削り，加工完了まで抜かず動かさずに使います．現物合わせの，まったく振れのないセンターです．同じ理由で，面板の穴に回し金の尻尾をはめて駆動するときも一つの決めた穴だけを使います．以上は両センター加工の大切なテクニックです．

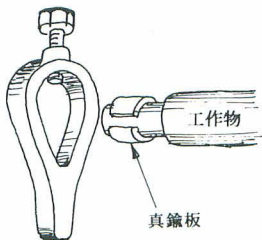



図11-13

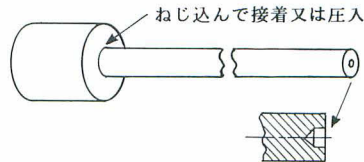



図11-14

③据えぐりのときは，往復台や横送り台の遊びを綿密に調整し，横送り台上に工作物の据付がすんだら，忘れずに横送り台の固定ボルトを締めて前後の動きを固定します．据えぐり中の刃先の運動を考えればわかるように，固定しないと切削中に前後に振動して良い切削ができないからです．

④作業が終わった後，主軸のセンターが非常に固くはまりこんでいて抜くのに困ることがあります．決してペンチなどで引っ張ったりしてはてはなりません．主軸の左端から真鍮棒を差し込んでハンマーで軽くたたくと抜けます．はずみをつけるために図11-14のように鉄または真鍮の重い頭をつけ，これを握ってコツンとたたきますとハンマーが要りません．いずれにせよセンターが勢い良く飛び出してベッドなどを傷付けますから右手で押さえて行います．

特製の回し金

工作物径が大きいために既製の回し金が使えないときは，図11-15のように10mm×10mm 程度の角鋼材と長いねじを利用するか，図11-16のように3mm～4.5mm 厚の平鋼を丸棒に巻きつけてバイスで締めて形を作り，リベットで仮止めしてから溶接し，反対側にナットを溶接すれば簡単に自作できます．

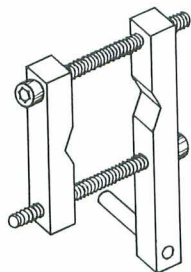



図11-15

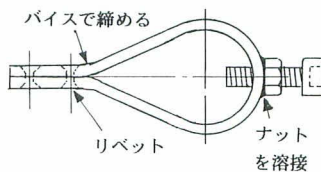



図11-16

12. ねじ立てとねじ切り

タップ，ダイスでねじ切り

タップ

あらかじめあけた下穴に挿入してねじ山だけをさらえる工具で，使用目的によってさまざまな種類がありますが，我々の場合は「ハンドタップ」ですべて間に合います．手作業で簡単にめねじが切れるので頻繁に使われています．ねじの太さ，山の形，ピッチなどにしたがって非常に多くの種類が市販されています．タップの材質は合金工具鋼(SKS 材)とハイス(SKH 材)がありますが合金工具鋼製品で充分です．ハイスは高価な上に万一折れこんだ場合に始末が悪いのです．

3本一組になっています．一般用は「等径タップ」と呼ばれ，3本ともねじ外径や山の形はまったく同じですが，尖端のとがりかたが写真12-2のように違います．とがったのから順番に一番，二番，三番タップ，または先(さき)タップ，中タップ，仕上げタップ(または上げタップ)と呼ばれます．先タップは尖端から奥にかけてだんだんに山を高くして少しずつ削るように作ってあります．このため手で

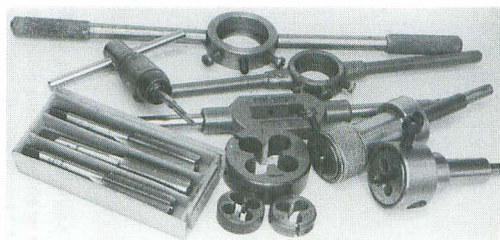



写真12-1　左下は3本1組セットのタップ，その奥の十字形と中央の羽子板形がタップハンドル，手前中央の3個の丸いのがダイス，その右の2個は旋盤用のダイスホルダー，奥の長い柄のついている2個が手持ちで切るときのダイスハンドル．

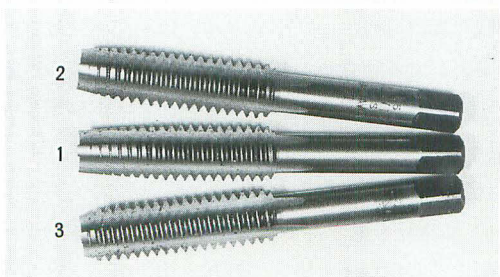



写真12-2

立てる場合の倒れが少なく，硬い材料も無理なく削れるわけです．仕上げタップはほとんど尖端まで正しいねじの形に作ってあり，深い穴の底の近くまでねじを切る場合に使います．中タップはこの中間で，もっとも頻繁に使われます．

タップの下穴

下穴の大きさを決める計算式がありますが，面倒なので次の我流計算法でやっています；

下穴径＝タップの呼び径－ピッチ＋α　（単位は mm）.

タップ径2.2mm 以下のとき　　　α＝0.05mm,
　2.3以上5mm 以下のとき　α＝0.1mm,
　5mm 以上8mm 以下のとき　α＝0.2mm,

として加算し，答に近い太い側のドリルを選びます．これを標準ピッチのねじについて表にしますと；

タップ径	1.0	1.2	1.4	1.6	*1.7	2.0	2.2	*2.3	2.5	*2.6	3.0	3.5	4.0
ピッチ	0.25	0.25	0.3	0.35	0.35	0.4	0.45	0.4	0.45	0.45	0.5	0.6	0.7
下穴径	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4	1.7	1.8	2.0	2.2	2.3	2.6	3.0	3.4

タップ径	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0
ピッチ	0.75	0.8	1.0	1.0	1.25	1.25	1.5	1.75
下穴径	3.9	4.4	5.2	6.2	7.0	8.0	8.7	10.5

*旧規格ねじ．
将来廃止される．

タップの操作

貫通ねじは先タップを1回通せば完了ですが,行止りねじ(底のあるねじ)を底まで切るには3本を順に使って仕上げます.真鍮(しんちゅう)など,軟らかい材料なら先タップと上げタップだけでも OK です．穴の底まで届いたとき力を加えるとタップが折れます．

タップを手で持って立てるには写真12-1のタップハンドルにはめ，下穴に直角にあてがい，軽く圧迫しながら右回しすると食いこみながらねじが切れてゆきます．一気に切らずに時々逆回ししてキリコを取り払いながら進めます．練習しないとなかなか直角に立てられず，タップを折るチャンスが多いものです．

タップが届かない深い場所には図12-3上図の継手を作っておくと役に立ちます．2本のねじでタップ頭の角部を押して空転を押さえます．この場合，下穴用のドリルも届かないはずですから下図のドリル用継手も作っておきます．細いドリルは

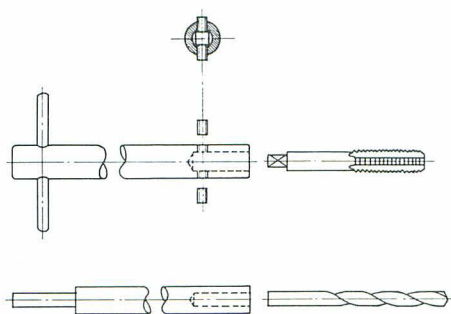



図12-3

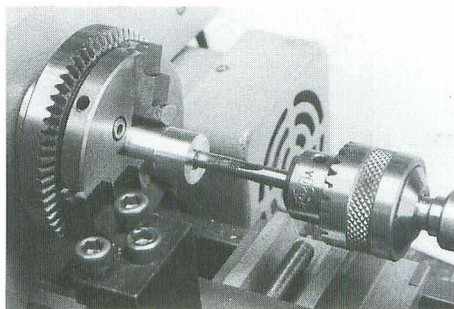



写真12-4

写真12-5

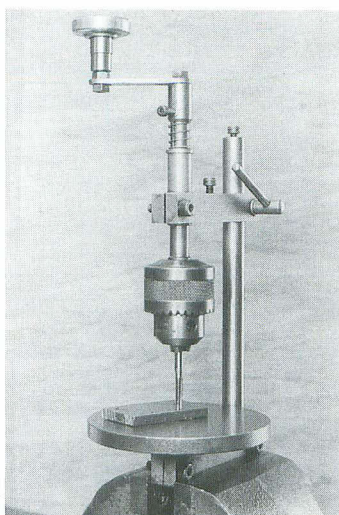
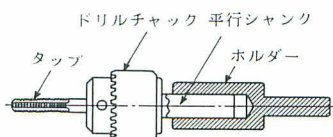



図12-6

押しねじで押しても空回りし勝ちなので，嫌気性接着剤を一滴付けて固定するのが簡単です．抜きたいときは250℃ぐらいに加熱すれば難なく抜けます．

垂直に立てるために，ボール盤にタップをくわえて手で軸を回して立てることもできますが，手が3本必要であまり具合の良いものではありません．写真12-4のタップ立て専用ツールは，あり合わせの丸棒と角鋼材を利用し，台の丸板は古歯車を削って作ったものです．下部の角梁をバイスにくわえ，8mm ドリルチャックにタップをくわえます．20年以上も使っていますがねじが傾く心配がなく，操作が速く，リーマーにも使えるので大変活躍しています．ただし，写真のものは柱の径15mm 長さ225mm，角梁19×19mm，円板の径113mm，ふところ57mm で，小さ過ぎるしキャシャですから，柱をもっと太く長くして頑丈に作り変える予定です．

タップは旋盤を使って立てるのがもっとも確実です．写真12-5のように工作物を主軸チャックにくわえ，心押し台ドリルチャックにタップをくわえて右手で握り，主軸を左手で回しながら押しこんでゆくのです．モーターで回しますとねじ山が飛んだりタップが折れたりします．後述の主軸手回しハンドルを使えば能率

的です．4〜5mm 以下の細いタップは手応えがわかりにくく折れやすいので，図12-6のホルダーを作って心押し台チャックにくわえ（ドリルチャックが二連になります），折れそうになったら手を離して空転させます．

タップ折れ

とくに3mm 以下の細いタップは注意しても折れやすいものです．原因は；
①回す力が強過ぎた．
②硬い工作物にいきなり上げタップを使った．
③タップの切れ味が落ちている．または「刃こぼれ」している．
④下穴が小さ過ぎた．
⑤タップが傾いていた．
⑥行き止まり穴に無理にねじこんだ．
⑦キリコが詰まった．（時々戻してキリコを払う，切削油をつける，などの注意をする．）
⑧斜面にいきなり立てた．（ヤスリ，ミーリング，座ぐりカッターなどで直角平面にしてから立てる．）
⑨鋳物のスがあるのに気付かずに立てた．違う材質の境目に立てた．

このほか，重いハンドルをつけたために手を離した途端に折れたとか，落して折ったとかの不注意によるものや，数多く立てて最後の一穴で気がゆるんで折った，などが多いのです．真鍮材に立てるとキーキーと鳴る場合があります．俗に泣く（鳴く？）といいますが，タップの切れ味が悪いのが原因ですから無理を重ねますと折れます．

折れこんだ細いタップは抜取り工具がなく，せっかく完成寸前の作品が台なしになります．折れこんだ部分を赤くなるまで加熱除冷してタップを焼きなまし，ドリルで貫通して太いタップに立て直します．ハイス製タップは簡単には焼きなましできないのでこの手は使えません．折れタップの周囲を丸く切り取る工具を使うとか電解研磨機を使うとかの方法がありますが，いずれにしても大変な手間と時間を食い，工作物を初めから作り直した方が速いので，絶対に折らない決心で慎重に使うことが大切です．

ダイス

おねじを切る工具です．ねじの太さに応じて16，20，25，38mm・・・の外径に作られています．穴にテーパーのついている側（食い付き部）が入口ですから表裏

材料表（単位mm）

番号	品名	材質		個数
(1)	ボディー	シンチュウ丸棒		1
(2)	シャフト	快削鋼	丸棒	1
(3)	押さえ棒	快削鋼	丸棒	1
(4)	押しねじ	六角穴就きボルト		1

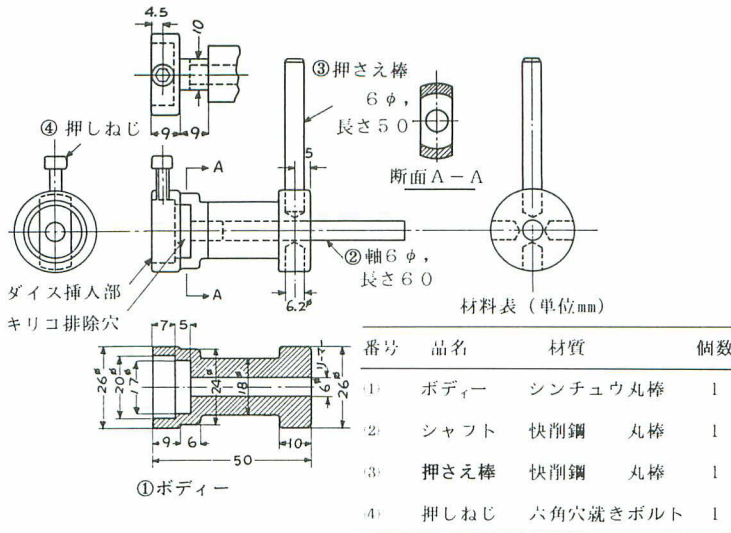



図12-7

を間違えないようダイスハンドルにはめて，ねじと同じ外径の棒に直角に押しつけて右回しします．時々戻してキリコを払うのはタップと同じです．

一般用は調節型が使われます．写真12-1の右側の2個がそれで，1個所を切り欠いてあり，押しねじで直径を加減してめねじとの固さ（または甘さ）を加減できます．硬い材料に切るときや，ねじの傾きを小さくしたいときは，初めに開き気味で開始して段々細くして行きます．しかしやたらに広げますとダイスが割れます．

ねじが傾かないように立てることがもっとも重要で，旋盤用ダイスホルダーを使って旋盤で立てるのが確実で楽（らく）です．これはアクセサリーとして販売もされていますが，容易に自作もでき，旋盤の練習にはちょうど良いテーマです．図12-7のように，キリコを楽に排除できるように大きな排除穴を設けること，押さえ棒の穴を心押し台側に近くして，曲げの力がかかってねじが傾かないように配慮することが大切です．

このダイスホルダーの6φ軸を心押し台のドリルチャックにくわえ，押さえ棒（回り止め棒）を右手で押さえ，主軸を手回しハンドルで回しながら押し付けますとねじが切れます．切削油を使い，時々逆転してキリコを取り除きます．8mm径×0.75mmピッチ位までの細いねじは楽に切れますが，8×1.25以上のねじになると抵抗が大きくてチャック爪がスリップしますから，初めの4，5山を切ったらチャックから外して，工作台のバイスに移して残りを手回しで切ります．バイスにじ

かにくわえると工作物にキズがつくので，真鍮角棒にいろいろな径の穴をあけて縦にノコギリで割った図12-8の道具で挟みます．ねじ穴にしておきますとねじをつぶさずにくわえることができます．こういう便利な道具を作るのは面倒ですが必ず良いむくいがあるものです．

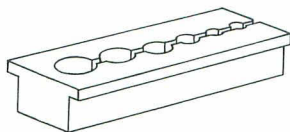



図12-8

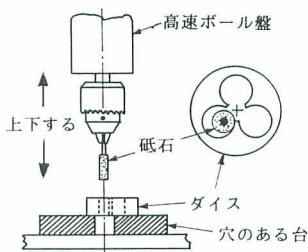



図12-9

ダイス使用の注意

①普通にねじを切ってから，ダイスを裏返してもう一度切ると，ねじの根元のやや近くまで切れます．

②ダイスの不良に注意．ダイスの刃先が欠けたり摩耗したりしますと；

- 小径ねじでも，ねじ切り中にチャック爪のスリップが多くなります．
- ねじが傾いて切れることがあります．
- 切った面に「むしれ」が発生して非常に汚くなることがあります．

など，いろいろと事故が多いものです．応急的にダイスを裏返して使うと改善される場合もありますが，いさぎよく新品に交換すべきです．欠けまたは摩耗が小さい場合には高速ボール盤にミニ砥石(といし)を付けて研磨できます(図12-9)．

③チャックが小さいと手回しでも工作物がスリップすることがあります．差支えなければ工作物径をやゝ小さめに削っておくとスリップも減り，力も少なくてすみます．

主軸手回しハンドル

昔の旋盤は天井から長いベルトで駆動していましたから，ベルトを手で引くことによって主軸をゆっくり回したり戻したりできて大変便利でしたが，安全上の理由で姿を消してしまいました．現在のスマートな旋盤でタップ，ダイスを使って数多くのねじを切ると，モーターでは回転が速過ぎてねじ山が飛び，手回しも困難なのでイライラします．そこで，主軸の左端に挿入する手回しハンドルが役

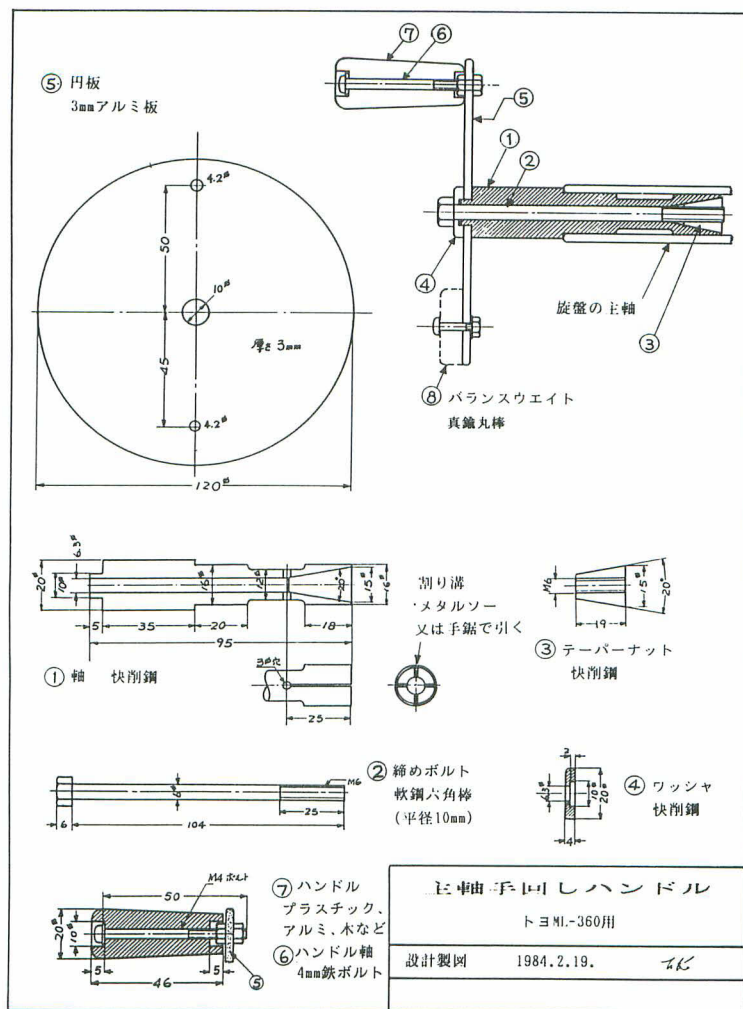



図12-10

立ちます(主軸台カバーをしたままでも取り付けられます). ねじ切り以外にも, 例えば直径の大きな切削でビビリが出て困る場合や, 回転が速過ぎて鋳鉄(ちゅうてつ)を削る充分な力が出ない場合など, 手回しで解決することがあります. 主軸を手で回すという芸当は, 軽く小さい小型旋盤だからできる便利さかも知れません. 用途が多いのでぜひ欲しいアクセサリーです.

図12-10右上が組立図で, 軸①を主軸に挿入して締めボルト②を締めますとテー

パーナット③が左に引かれて軸①の右端の十字割り溝部分が拡張して主軸内壁に固定します．製作は難しくはありません．図は特定の旋盤用の例ですが他の機種でも作り方は同じで，主軸の一番丈夫そうな場所にテーパー部が来るようにすればよいのです．製作上の注意は，軸①右端の外径を（四分割する前に）旋盤主軸の貫通穴にできるだけピッタリに合わせること，おすとめすのテーパーが一致するよう複式刃物台の角度を変えずに削ることです．正しく作りますとわずかな力で締めるだけで主軸と一体になったようにしっかり固定します．バランスウエイトの重さをうまく加減しますと取りつけ放しで高速回転しても振動で困ることはありません(ただし回転中は手をふれないよう注意)．取り外すときはボルトを緩めてその頭をポンとたたけば抜けます．

切削油

タップ，ダイスとも，硬い鋼材やステンレス，ねばりの強いアルミ，鋼材，銅などには必ず切削油をつけながらしないと刃が食いこんで折れるチャンスが多くなります．小缶入りの専用油が市販されていますが，ミシン油やモーターオイルを小筆でつけながらしてもよいでしょう．第9章「切削油」を参照して下さい．

バイトを使うねじ切り

なぜ，わざわざバイトで切るのか？

次のような場合にはタップ，ダイスでは解決できないので旋盤が真価を発揮します．タップ，ダイスのように工具まかせではないのでねじの予備知識と練習が必要ですが，ぜひマスターすべき技術です．

①測定器や工作機械の送りねじなどに要求される，偏心や振れのないねじを切る．

②めったに使わない直径やピッチのねじをたった1組切る場合，タップ，ダイスを購入するのが不経済である．

③ピッチや山形が特殊なのでタップ，ダイスが市販されていない．

旋盤で切る方法とは

1本のバイトでねじの谷を削ってねじ山を造ります．刃先にかかる力が大きいので，タップやダイスのように1回では終わらず，同じ道を何回も繰返したどってそのたびに少しずつ深く切りこんでゆきます．

外径削りで，バイトを急いで送ったらねじ状にスジがついた経験があることと思います．このとき，もしバイトを一定の速さで送ればきれいに間隔の揃ったねじができたはずです．主軸と親ねじを歯車で連結して，主軸の動力で親ねじを回せば一定の速さで送ることができます．親ねじが一回転すればバイトは親ねじの1ピッチだけ送られますから，もし主軸と親ねじが同じ回転速度，つまり歯車比1：1なら親ねじとまったく同じ荒さ（ピッチ）のねじが切れ，親ねじの回転数が主軸の半分なら親ねじの半分のピッチのねじが切れるわけです．つまり歯車の比率を変えればいろいろなピッチのねじが切れます．この歯車を「替え歯車」といい，20歯から75歯ぐらいまでの，普通は5歯とびのセットがついています（内容は旋盤によって違います）．旋盤に必ず付属している「ねじ切り歯車表（替え歯車表）」にしたがって組合わせると標準ねじはほとんど切れます．それ以外のピッチも歯車の組合せを計算すれば切れますが，その説明はこの章の終わりに回して先へ進みます．

なお，替え歯車表は字が細かくて見間違いやすいので，簡単な早見盤を考えました．歯車配置が実物どおりに一目でわかりますから組み替えが大変楽にできます．付録に付けてありますから，これを参考にご自分の旋盤用を作って下さい．

ピッチとリード

ねじ山の頂だけを書くと図12-11のようなコイルになります．隣どうしのねじ山の距離をピッチ（P），1回転した時，コイル上の一つの点が進む距離をリード（L）といいます．普通のねじは図上のような1個のコイルで，ピッチとリードは同じです．ところが，図下点線のように同じコイルをもう一つ割りこませますと二条（二口）ねじになり，ピッチとリードは一致しなくなります．条数に従って二口ねじ，三口ねじなどと呼ばれ，カメラのヘリコイドや工作機械の早送り装置などに使われています．これについては後に述べることとして普通のねじ（一口ねじ）で話を進めます．

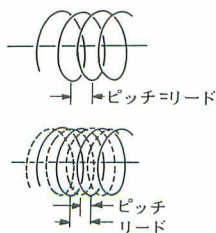



図12-11

ねじの形

現在はメートルねじが国際的規格で，我が国ではとくに断らない限りメートルねじを使用します．英国米国ではいまだにインチ系が主流ですがメートル化が進行中です．工作機械の送りねじには台形のアクメねじが使われます．

ねじ切りバイト

写真3-8の②⑤を見て下さい．刃先の形がコピーされてねじの谷ができるので，正確な角度に研がなければなりません．メートルねじなら60°です．めねじバイトは中ぐりバイトと同じ点に注意します．また，ねじ切りバイトは姿バイトですからスクイ角はつけません．

もう一つの大切な点は横逃げ角です．ねじは円筒に三角の紙を巻きつけたのと同じで(図12-12) 同じピッチなら直径が小さいほど，同じ直径ならピッチが大きいほど，溝のねじれ角 α が大きくなります．バイトのシャンク側つまり作業者側から見ると図12-13のようになり，横逃げ角を充分につけないとバイトの側面がねじの壁にあたって削れなくなることがわかります．左ねじならもちろん反対の角度になります．

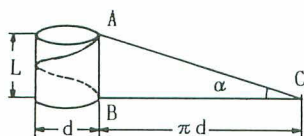



図12-12

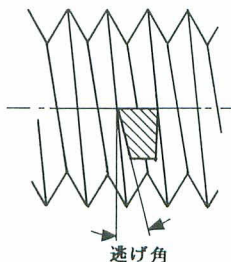



図12-13

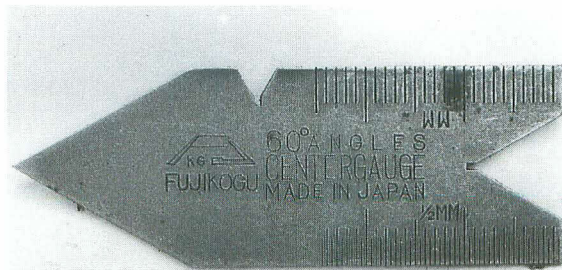



写真12-14

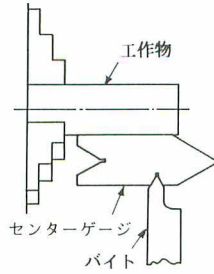



図12-15

バイトの取り付けも注意が必要です．まず刃高をていねいに合わせます．上から見て刃の中心線が主軸と直角でなければ正しいねじが切れません．拡大写真12-14のセンターゲージを図12-15のように当ててセットします．シャンク側面を基準に角度を出して研いだバイトなら，ゲージがなくてもチャック面に当ててセットするだけで自動的に向きが決まります(第3章図3-12参照)．

バイトの進め方

図12-16 a のように直進させて切りこんで行きますと,ねじ切りが進むにつれて刃先と工作物の接触面積が大きくなるためバイトにかかる力が強くなり，ビビリや食いこみなどの不都合が出てきますので，真鍮，快削鋼などの軟らかい材料でピッチの小さいねじ切りしかできません．これを避けるために，図 b のように前進，右，左，前進，の順番に動して刃にかかる力を減らし，最後の仕上げだけ両側面を使うように書物には書かれています．しかし手数がかかるので図 c のように切削する方法がもっとも実用的です.図12-17のように複式刃物台を傾けて固定し，左側の刃だけで切るのです．複式刃物台の角度を30°でなく29°にしてあるのは，右側の壁も刃先でわずかずつ削って面の荒れを防ぐ目的です．ただし複式刃物台上でバイトを回せない構造ではこの方法は使えません．

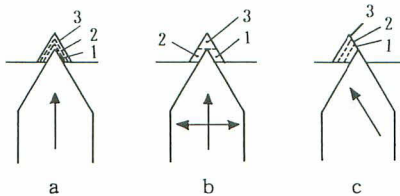



図12-16

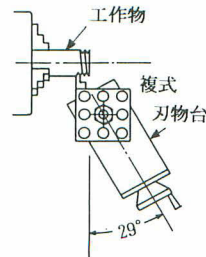



図12-17

工作物の準備

ブランク(工作素材)をチャックにくわえて外径を削り，図12-18左のように，突っ切りバイトを使ってねじの切り終わり部を細くしてバイトの逃げこみ場所にします．長さは，切るねじの種類，回転数や旋盤のちがいなどによって変わりますが，ピッチの5，6倍は必要です．ここをねじの谷底径dにきっちり合わせておきますと，刃先がここにふれた時ねじの切り終わりであることがダイアル目盛を見ていなくてもわかります．ねじの切り終わりの処理については後節でふたたび説明します．

めねじの場合も図12-18右のように穴の奥にバイトの逃げを作っておきます．工作物の全長を余分に長くしておき，入口にねじ外径Dの中ぐりをしておきます．刃先がここにふれるまでねじ切りをし，完了後切り落すのです．

ここまでの用意ができたらブランクをチャックから外さずにねじ切りを始めます．

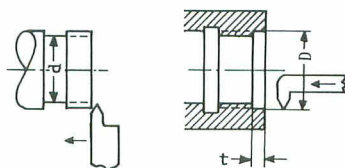



図12-18

ねじ切り

替え歯車の具体的な組み立て方は各旋盤の説明書に譲り，ここでは省略します．

替え歯車のキリコ，ゴミなどをブラシでよく掃除し，軸受と歯に油を1，2滴たらし，(歯車の代わりのギザギザのある歯形ベルトやプラスチック歯車には油は不要です)，紙1枚ほどの隙間をあけて嚙(か)み合わせます．実際に薄い紙を挟んで嚙合せて隙間の感触を確かめておくとよろしい．この隙間は歯車の破損をふせぎ，滑らかに回転するために必要ですが，ねじ切りの結果には影響しません．

親ねじやそれに嚙み合うナットは注意を怠りがちですが，滑らかに動くように事前に掃除と給油をしておきませんと，替え歯車に無理がかかって破損することがあります．

100回転程度が切りやすい速さです．慣れるまでは旋盤の最低回転で切るのが安全です．回転数を落すと切削時間がかかりますが誤操作の場合に安全です．慣れれば350回転ぐらいでも切れますが，バイトの移動が速いので逃げ溝の幅を広い目

に取っておくのがよろしい．大ピッチほど低い回転数で切るのが安全です．

硬い材料ほど1回の切りこみを浅くします．ねじ溝が深くなるにつれてバイトの負荷が増加しますから，初めは深く，終わりに近づくほど浅くするのが正解です．しかし面倒なので，真鍮，アルミなら毎回0.05mm，軟鋼なら0.025mm程度の一定の切りこみで行います．深過ぎて切削面にムシレができると取り除くのが困難です．

おねじを切る工程(写真12-20～22参照)．

①歯車の組合せを確認する．

②主軸を最低回転にセットする．

③ねじ切りバイトを正しくセットし，前進させて工作物の外径に軽くふれたときダイアル目盛をゼロに合わせる．
往復台を右に寄せて，バイトを工作物右端から数ミリ離しておく(スタート位置)．いよいよ開始です．

④モーターのスイッチを入れ，クラッチを入れるとバイトが左に動きはじめる．(これ以後ねじ切り作業がすべて終わるまでクラッチを切ってはなりません)．直ちに手をスイッチに置いてそのまま離さずに，切り終わりの数回転手前でスイッチを切り，惰力で進ませて逃げ溝内で停止させる．

⑤横送り台を2回転戻し，スイッチを逆転に入れてバイトをスタート位置まで戻し，スイッチを切る．

⑥同じピッチのタップ，またはピッチゲージ(写真12-19) を削り跡にあてがってピッチを確かめる．

⑦横送り台の送りハンドルを元の目盛に戻し，さらに切りこみ分だけ進め (図12-17の場合は複式刃物台で)，モーターのスイッチを入れる．正確に同じ道をたどってねじが深くなる．少し手前で切る．

⑧5と7を繰返して予定の深さまで切り終えたら，バイトを進めずに (横送り台

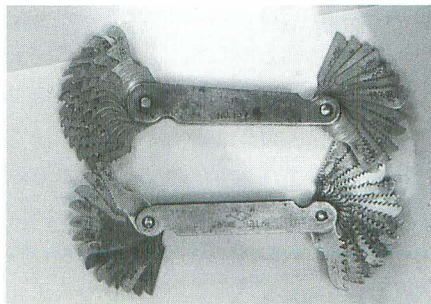



写真12-19

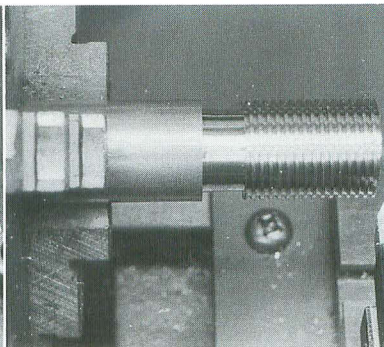
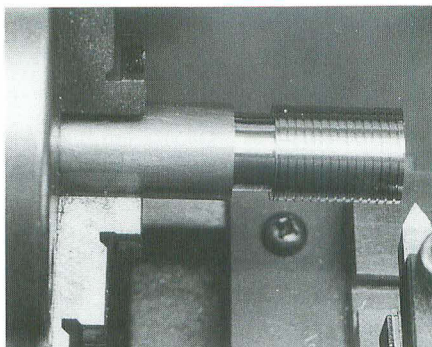



写真12-20　写真12-21

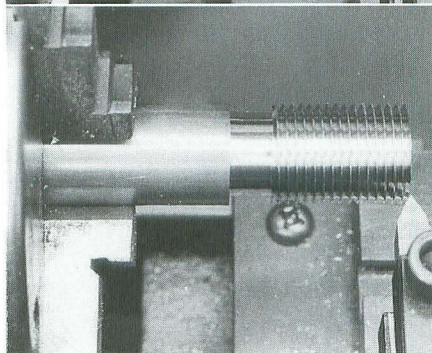



写真12-22

のハンドルを動かさずに）さらに2，3回，なでるように削る．

⑨クラッチを外す．

⑩ふたたびスイッチを入れ，山の尖端に細目ヤスリを軽くあてて滑らかにする（ねじの谷は刃先の形にならうが，山はカドが立ったままなので）．スイッチを切る．

これで切り終わりです．ウワー難しい！と思われるかもしれませんが，実際やってみると読むよりも（書くよりも）はるかに簡単です．何度もカラで練習し，手が自然に動くようになったらしめたものです．

めねじは，横送り台の切りこみ方向が反対になる以外は同じです．しかし，バイトの先端が見えないので惰力で行き過ぎて穴奥に衝突して，バイトを折ったり工作物がずれたりする危険性がありますから，中ぐりの場合と同じようにバイトに印をつけてあらかじめテストします．これを防ぐために反対に奥から外へ（左から右へ）バイトを移動させながら切ることもできます．シャンク側から見て右に向いたバイトを作り，旋盤を逆回転させ，穴の奥を出発点にして切るのです．

両センターによるおねじ切り

材料の両端にセンター穴をあけておき，第11章の「外径削り」の要領でセットし，前節とまったく同じ操作でねじを切ります．途中何回でも旋盤から外してねじの合い具合を試めすことができます．

回し金がスリップしますと工作物と回し金の位置関係が変ってしまい，すでに削ったねじ山にバイトが乗り上げてねじが壊れますから，回し金はしっかり固定してねじ切りが完了するまで外したり動かしたりしてはなりません．また，いつも面板の同じ穴にはめること，および，工作物を取り外してふたたびセットしたときにセンターの押し圧力がひどく変わらないように注意します．

精度を要求される回転軸などのねじは両センターで切ります．測定器や工作機械のねじは，山頂と谷底が当たると噛み合いがギゴチなくなったり精度を損ねることがるので，めすおすとも山頂を少し削り取って斜面だけで接触させるのがよろしい．

ねじの切り終わり

ミニ旋盤にはハーフナット装置がなくてバイト送りの瞬時停止ができないので，図12-23ａのようなきれいな切り終わりはできません．ねじが軸部より大きいｂの場合は問題ありません．

ダイスで切ってもバイトで切っても段のすぐそばはｃのように不完全な部分が残りますから，相手の品物を段までねじこむ必要がある場合(密着が大切な場合など)はｄのように段部の隣の2，3山を削りとって逃すか，図12-24のようにめねじのほうで入口の山を削り取っておかねばなりません．図12-23ａ，ｃ，の場合はおねじの切り終わり部が盛り上がるので同じ径の穴に挿入するとひっかかります．切り終わってから回転しながら細目ヤスリでなでて滑らかにします．ダイスで切った場合も同じです．

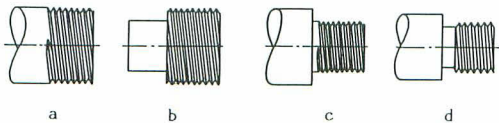



図12-23

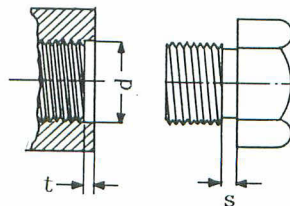



図12-24

ねじ面の荒れ

ねじの面がムシレて削れると，きれいに削り取るのは大変困難です．いろいろな原因が複雑に重なっているので面荒れの防止は簡単ではありませんが，次の点をチェックします．

①バイトの切れ味が悪い．
②1回あたりの切りこみが大き過ぎ．
③バイトのオーバーハングが大きい．
④バイトの側面が当たっている（図12-13の逃げ角小さ過ぎ）．
⑤滑り面の調整不充分でガタつく．
⑥工作材料が非常に硬い．
⑦切削油を使わなかった．
⑧工作物の保持が弱い．長い工作物は心押し台や振れ止めで押して改善する．

多条ねじの切り方

ねじ切り操作そのものは1条ねじとまったく同じです．口数（条数）が増えるほどリードが大きくなり，ねじ山斜面の傾きが大きくなりますから，バイトの横逃げ角に注意しなければなりません．

1条切るたびに工作物を正確な角度だけ回してセットするのがコツです．いろいろな方法を2条（二口）ねじを例に説明します．

一番簡単な方法は写真12-25の白い三角のように主軸歯車と次の段の歯車の，ど

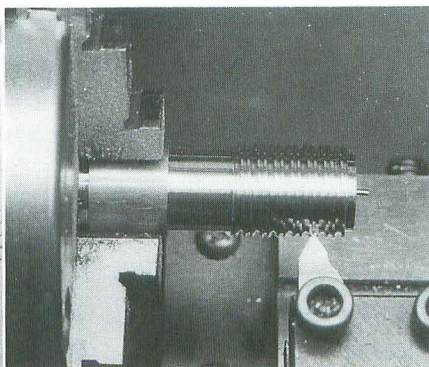
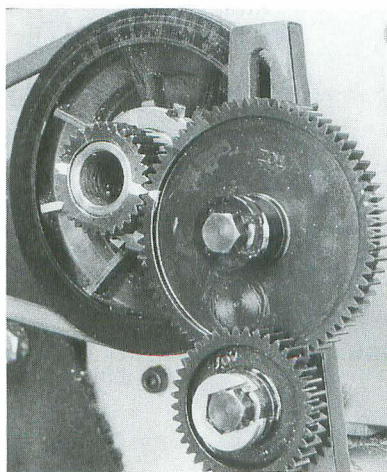



写真12-25

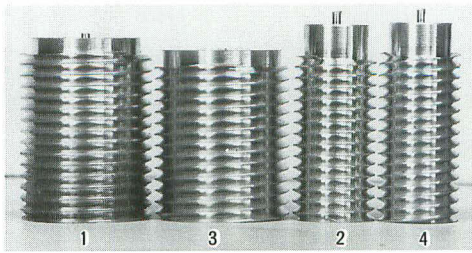



写真12-26

写真12-27

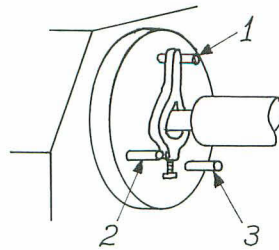



図12-28

ちらか偶数歯の方に180°離れて2か所，相手に1か所印を付けます．一組の印を合わせて噛み合わせ，最初の条を切ります．次の条を切る前に歯車ブラケットを緩めて静かに噛み合いを外し，もう一つの印に合うまで手で回してからふたたび噛み合わせてブラケットを固定し，2条目を切ります．もちろんクラッチを外してはなりません．歯数が等分できる範囲の条数が切れます．例えば30歯であれば2，3，5，6条などのねじができます．写真のように主軸歯車を等分する方が仕事はしやすいです．

写真12-26はこの方法で2条ねじを切っているところで，1条目を完了して2条目を切っているところです．写真12-27の3，4はでき上がった2条ねじで，1，2は比較のために並べた1条ねじです．ピッチはいずれも同じですが，ねじれ角に大きな差があることがわかります．

第2の方法は，面板を正確に等分して棒を立てて順次これに回し金をあててねじ切りする方法です．図12-28は三口ねじを切る様子で，初め棒1にあてて切り，次に2にあてて切るというようにします．もちろん回し金は最後まで工作物から外してはなりません．

第3の方法は，複式刃物台をベッドに平行にセットし，1条切ってから複式刃物台を1ピッチ分進めて2条目(または3条目)を切るのです．必要ならダイアルゲージを使って移動量を測定します．実際にやって見ますと上の二つの方法のほうが簡単確実と思われます．

替え歯車の組合せ

旋盤付属の歯車表に示されたピッチのねじしか切らないなら，この項は飛ばして次に進んでください．替え歯車の一部をベルトで代用している旋盤は別として，主軸から親ねじまで歯車だけで結合できる旋盤は，替え歯車組合わせ表にはないピッチの組合せを計算で探し出すことができます．切りたいねじのピッチをP，

親ねじのピッチをPとします．親ねじの1回転でバイトはPだけ移動しますから，pだけ移動するためには主軸の1回転に対して親ねじがp／P回転すればよいのです．例えば親ねじのピッチが1.5mm，主軸歯車の歯数30のとき，ピッチ0.42mmのねじを切りたいとすると；

$$\frac{p}{P}=\frac{0.42}{1.5}=\frac{420}{1500}=\frac{30\times14}{50\times30}=\frac{30\times70}{50\times150}=\frac{30\times35}{50\times75}$$

となります．左端の分子を30(主軸歯車の歯数)と置き，分母分子に同じ数を掛けて手持ちの歯車と同じ歯数をひねり出すのです．さて，これを実際に組合せて見ますと，図12-29のように親ねじまで届かないこと，もし届いても主軸と親ねじの回転が同方向になることが，わかります．親ねじは左ねじですから，右ねじを切るには主軸と親ねじの回転は反対でなければなりません．そこで，図12-30のように歯数X(何歯でもよい)の遊び歯車を1個追加すると両方とも解決します．場所は主軸歯車のすぐ次でも親ねじ歯車の手前でもよいのです．この歯車は減速比には影響せず，次の軸の回転が反対になるだけです．お気付きのように，主軸と親ねじ軸がじかに噛み合うか，偶数軸の歯車が挟まると互いに逆に回り，奇数軸の歯車が挟まると同じ回転方向になります．これで図12-30の組合せができあがります．さらにもう1軸の遊び歯車を入れると左ねじが切れます．旋盤付属の歯車表で左ねじを切るときも，任意歯数の歯車を1軸入れればよいのです．もう少し例を挙げます(主軸歯車が30歯の場合)．

P＝1.5，p＝3.5なら，

$$\frac{3.5}{1.5}=\frac{7}{3}=\frac{30\times70}{30\times30}=\frac{30\times70}{45\times20}\text{又は}\frac{30\times70}{20\times45}$$

P＝1.0，p＝0.3なら，

図12-29

図12-30

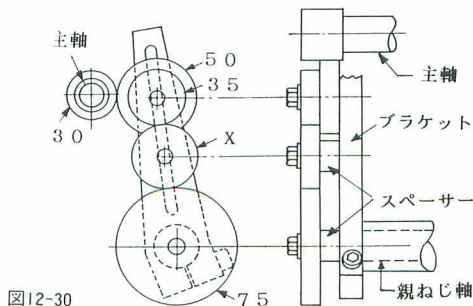
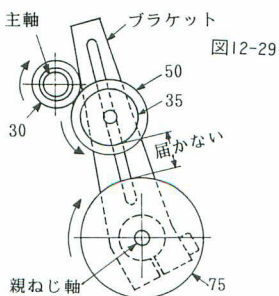
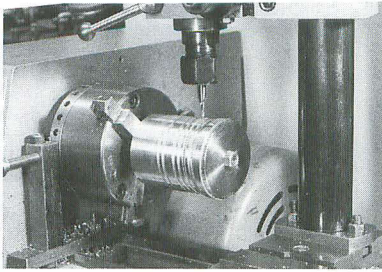
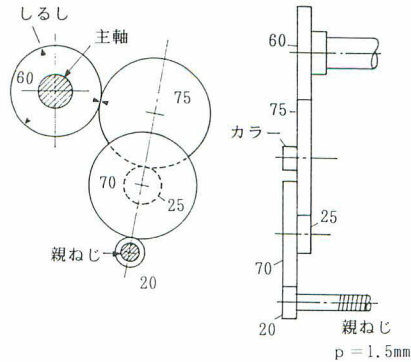



写真12-31

図12-32

$$\frac{0.3}{1.0}=\frac{30}{100}=\frac{30\times1}{50\times2}=\frac{30\times20}{50\times40}$$

非常に荒いピッチのねじを切る

ピッチまたはリードが親ねじの5〜6倍以上もあるねじは，主軸よりも親ねじの方が回転が速く，ずいぶん増速になるので主軸側からの駆動は重くて困難です．そこで反対に親ねじを駆動して主軸を従動させます．親ねじを動力で駆動することも可能ですがいろいろ道具立てが必要なのでここでは省略し，手回しの例を挙げておきます．

写真12-31はレンズのアルミヘリコイド製作で，リード12.6mmの3条ねじを切っているところです．第5章図5-27の要領で工作物を長いねじ棒でチャックに押しつけています．割り出し用に作ってあった60歯金属歯車を主軸左端にはめて図12-32のように組合せ，主軸歯車に鉛筆で20歯とびに3つの印をつけ，その一つに接する次段歯車の歯にも印をつけます．横送り台に小型ミニ旋盤のミーリングアタチメントを立てて(写真18-11，図18-12参照)2ϕ エンドミルをつけて，中心線を旋盤の心に合わせます．切削油を充分につけて3100回転で回して，切りこみ0.3〜0.5mmで8秒／回転ぐらい(工作物直径は50mm)のゆっくりした速さで親ねじハンドルを回しますと，それにつれて工作物が回転して溝が切られて行きます．戻り道は必ず刃先を離して切削せずに出発点まで戻します．予定の深さになるまでこれを繰り返します．次の条を切るにはまずスタート点まで戻してもとの印どうしをきっちり合わせます．次に歯車ブラケット全体を主軸歯車から離し，主軸だけを静かに手で回して次の印に合わせて噛み合わせてから2条目の切削を開始しま

す．3条目も同様に行います．

注意することは，旋盤の主軸駆動ベルトを外しておくこと，遊びや振動を押さえるよう歯車列の噛み合わせは少し固めにすること．切削中関係ない場所は締めておくことです．なお，金属とプラスチックの歯車を噛み合わせるのは問題がありますが，この場合は手でゆっくり回すだけですから実害はないと思います．

13. テーパー削り

坂道や屋根の傾斜を勾配というのに対して，円錐形のすぼみをテーパーといいます(図13-1)．

単純なテーパー削り

複式刃物台を適当な角度にセットして手送りで削る方法で，美術作品や機械部品のテーパーにもっともよく使います．説明の必要もないので，注意点のみ書いておきます．

複式刃物台の角度目盛は大ざっぱですから，角度計(プロトラクター)で合わす方がよろしい．刃高が合っていないと角度に誤差が出たり，尖端に平行部が残ったりします．模型に使う手すりの支柱などはテーパー部が細長くてビビりますから，先に球を削ってから図13-2のように凹センターで支えて削ります．

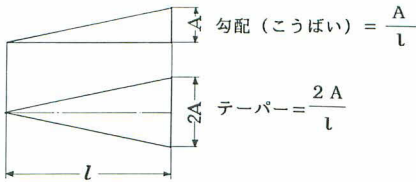



図13-1

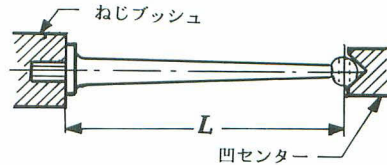



図13-2

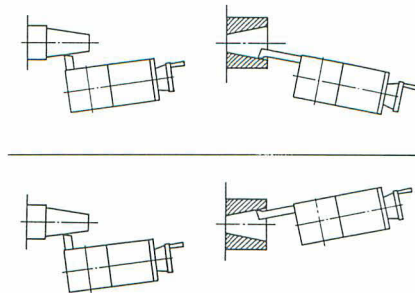



図13-3

雌雄1組のテーパーをピッタリ合わすには複式刃物台を動かさないで両方を削らなければなりません．ところが普通にバイトを取り付けると図13-3上のように

おすとめすでは複式刃物台の角度が反対になりますから，下のようにおすテーパーを削ってから複式刃物台の角度にはさわらずに，中ぐりバイトを裏返しに取付けてめすテーパー穴の向う側を削ります．もちろんどちらも刃高をよく合わせることが肝心です．

雌雄(しゆう)のテーパー角度を精密に合わせる方法

旋盤主軸端や心押し軸のテーパー穴に，同じテーパーのシャンク(柄)を持つ工具を差しこむと軸心が自動的に一致し，少々のことでは抜けない結合ができますからテーパーソケットと呼ばれます．国際的に規格統一されていて，旋盤主軸や心押し台に使用するモールステーパー規格(略称M.T.)やドリルチャックに使われるジャコブステーパー規格などがあります．これら既存のテーパー穴にはめる工具やアクセサリーを自作する必要はしばしば起きますが，角度がピッタリ合っていて表面状態も良くなければテーパーソケットの役目を果たしません．心押し台のテーパー穴に合わせる例を説明します．

複式刃物台を分解掃除して滑らかに動くよう調整します．フランジ式チャック(図5-4参照)の場合は，着脱しても主軸端とチャックの位置関係が変わらないように合い印を付けておきます．

写真13-4のように，三爪チャックに丸棒をくわえてセンタードリルでもみ，この穴に旋盤付属のセンターをはめ，反対側のセンター穴を心押し台センターで押します．複式刃物台を約1.5°回してやや軽く固定し，これにダイアルゲージを取り付け，その測定子を心高に合わせてから前進させて，写真のようにテーパー部に接触させます．複式刃物台をスライドさせるとゲージが振れます．小さい真鍮(しんちゆう)ハンマーで複式刃物台をきわめて軽くたたいて角度を調節し，スライドしてもゲージが振れなくなったらしっかり固定します．

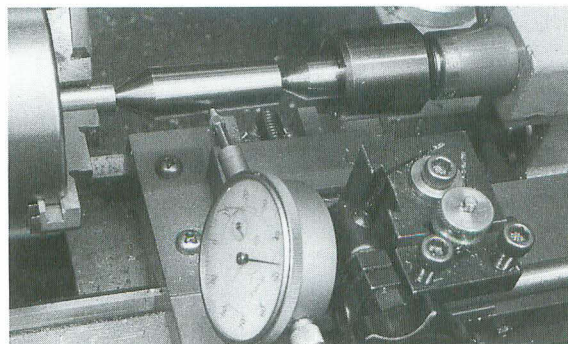



写真13-4

センターを外して工作物をくわえて試めし削りをします．最終直径まで削らずに途中で必ず次の要領で合い具合をテストします．工作物を**チャックごと**外して，削った面にチョークか赤鉛筆を塗り，合わせる相手穴(ここでは心押し台テーパー穴)に静かに挿入して摺り合わせるように一まわしして抜きます．もし細い側でチョークがこすられておれば刃物台の角度不足，その反対なら角度過剰です．ふたたびチャックを取付け，複式刃物台をわずかに緩め細心の注意を払いながら小ハンマーでほんのわずか角度を再調節し，再固定して削り直します．これを繰り返して全体が平均に当たるようにします．調節するたびに削ってみて，何回も根気良く繰返さなければなりません．ここまでの工程は決して工作物をチャックからはずしてはなりません．このとき注意することは，外径を削った分の20倍ぐらい穴の奥へ入ることです．例えば外径を0.1mm削ると穴の奥へ約2mm入りますから，充分太い間に試し削りを終わっておかないとピッタリ合った頃には長さが足りなくなって失敗します．いったん角度のセットができましたらまとめてたくさん削っておくと能率的です．

ダイアルゲージがなければ，手間はかかりますが，あらまし削ってからチョー

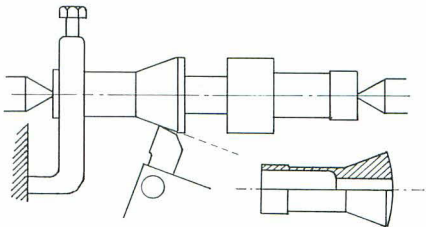
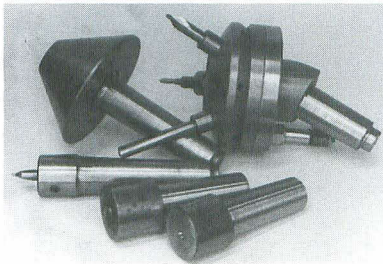



写真13-5　　図13-6

クで当たりを見るだけでもできます．写真13-5はこの方法で削ったシャンクとそれを元に作った工具の例です．

合い具合テストのたびにチャックごと外すのは面倒ですから，心押し軸が簡単に抜ける場合はそれに合わすほうが楽です(旋盤によります)．また，両センター加工で削れば工作物だけはずせばよいので手間が省けます．三爪チャックを使って工作素材をあらかじめ必要数だけ用意して両端にセンター穴をあけておき，上の方法で角度をセットしてから三爪チャックを取外し，両センター加工にセットして削るのです．図13-6はその右下に書いたコレットチャックを両センター加工で作るところです．頭を向いあわせに2個を1セットにして加工しています．右側の頭は未切削です．

大きく長いテーパー

複式刃物台のスライド距離を超える長いテーパーを削る方法です．第11章の両センター削りで，左右のセンター中心がずれていると削った丸棒にテーパーがつくことを逆に利用するのです．(誇張図13-7)．この方法ではバイトはベッドに平行に移動するだけで，複式刃物台は関係なく単なる刃物台として使います．センターをずらすには普通は「心押し台オフセット機構」を利用するのですが，この機構のないミニ旋盤でも図13-8のスライドセンター(市販品はありません)を自作すれば可能です．いずれにしても心押し台センターの側面にダイアルゲージを当てて測りながら，必要なオフセット量sだけ移動させます．テーパー見本があれば，前項のように両センターで支えてゲージの振れがゼロになるまでずらせばよいのです．

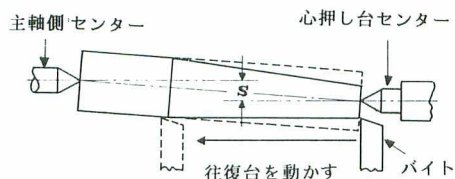



図13-7

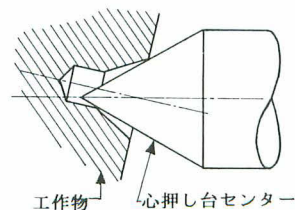



図13-8

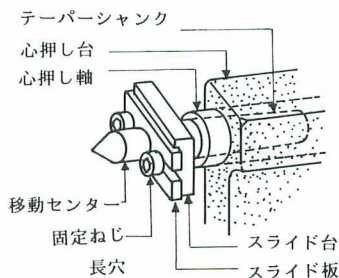



図13-9

この方法で一番の問題は，両センターの間隔が変わると削り上がったテーパー角度が変わってしまうことです．ですから長さもセンター穴の深さも揃った工作素材を予め必要数作っておかねばなりません．

テーパーがきつい場合には，誇張図13-9のようにセンターが正しく合わなくなりますからこの方法は不適当です．センターの尖端を小さな球形にすれば改善できるはずですが．

テーパー部は研磨仕上げするのが理想ですが，ていねいに作れば旋盤加工だけでも充分実用になります．

寸法の小さいテーパー

角度つきバイトで削る

長さの短いテーパーは，傾斜に合わせて研(と)いだバイトだけで作ることができます．図13-10は皿ねじの外径と頭の傾斜を一気に削るところです．図13-11はVベルト用プーリーの溝を削るところです．溝形が大きい場合はバイトの当たりが長くなるので，小型旋盤で一気に削るとビビリますから，図の左のように何回かに分けて前進と左右を交互に進め，最後に刃の片面をあてて低速回転で仕上げます．主軸手回しハンドルで回して削るときれいに仕上ります．右のように，余分な肉をあらかじめ突っ切りバイトで取ってもよろしい．

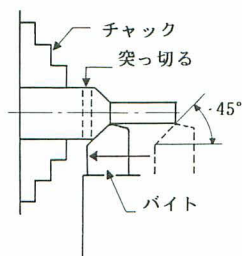



図13-10

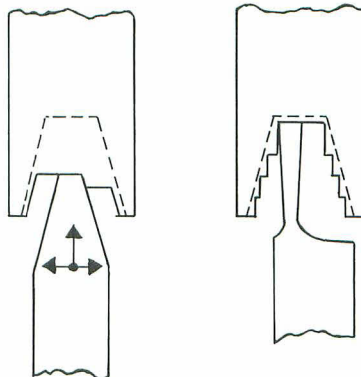



図13-11

テーパーリーマーを利用する方法

あまりにも小さくてバイトでは加工しにくいテーパーを，雌雄(しゆう)をピッタリ合わせて作る方法です．例えば図13-12の小さなフライホイールのテーパー穴と軸との

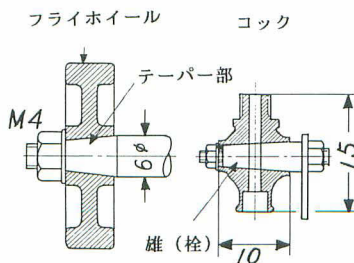



図13-12

結合とか，蒸気模型に使う洩れのない小さいコックなどはバイトでは厄介です．要点は，軸またはコック栓のテーパー加工をするときに同じ条件で簡単なリーマーを作っておいて，これでめすの穴をさらえるのです．*

図13-13の番号にしたがってフライホイール軸の合わせ方を説明します．

①軸のテーパー部を加工します．もし同じ品物がたくさん要るのならこの時に必要個数だけ作っておきます．

②リーマーを作ります．ドリルロッド(直径d)をくわえて，複式刃物台の角度やバイトは①のままで，ていねいにテーパーに削ります．

③コレットにくわえたままでヤスリで約半分削り取ります．コレットやコレットホルダーをこすらないよう，根元にワッシャをはめておくとよろしい．だんだん細かいヤスリに変え，最後はパイクストーンまたは600～1000番のペーパーを角材に貼り付けたものでていねいに研ぎます．このとき図のように半分＋αだけ残します．αは厳密ではなく，0.1mm前後です．焼きを入れるとリーマーのできあがりです(第22章参照)．

④フライホイールをチャックにくわえて下穴をあけ，今作ったリーマーを低速回転で通しますと軸にピッタリのテーパー穴ができあがります．洗い油(灯油)で洗浄し，少量の油をつけて組立てます．

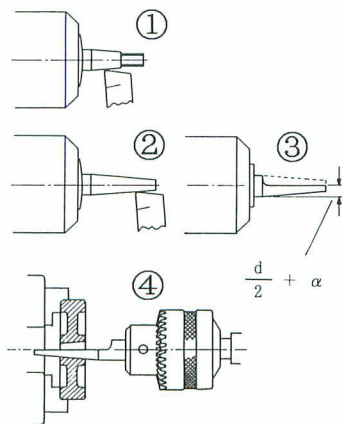



図13-13

*LBSC's Shop, Shed and Road, edited by Martin Evans, p.84, Model & Allied Publications Ltd.(1974)にコック作りの方法として詳しく紹介されている。

14. ロ ー レ ッ ト

オーディオ機器や測定器のツマミ，工作機械の送りハンドルなどは美観や滑り止めの目的でギザギザを付けます．また，軸とプーリーのカラ回りを防ぐ目的にも使われます．こうしたギザギザをローレットと呼びます(写真14-1)．

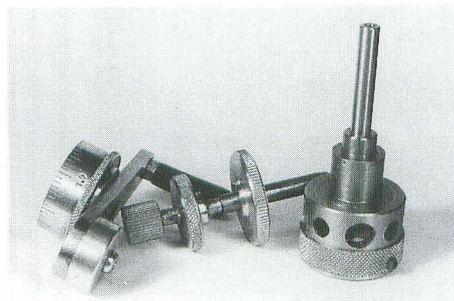



写真14-1

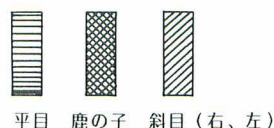



図14-2

ローレットの種類とホルダー

ローレットは削るのではなく，粘土の道路に残るタイヤ痕のように，凹凸模様(パターン)のある硬いローレットホイールを工作物表面に押しつけて変形させて作ります．模様はホイールまかせですから，希望の模様を持つホイールを使用しなければなりません．図14-2の鹿の子(かのこ)模様は2個の斜目ホイールで挟んで作ることができます．平目はカラ回り止めにも使われます．このほかにもいろいろなパターンがあります．目の荒さ（ピッチ）は0.4～1.8mm ぐらいの範囲があり，0.8～1mm 程度が一般的です．ピッチを1インチ当たりの山数で表示したものとミリ表示したものとがあります．

図14-3のようにいろいろな種類のホルダーがあります．一方向に押しつけるAおよびBの構造のものは主軸に直角に強い力がかかって小型旋盤の主軸や軸受を傷めるおそれがありますから軟質の工作物に限定し，必ずcの挟み式ホルダーを使わなければなりません．これなら2個のホイールはバランスして同じ強さで押しつけられますから，いくら力を入れて締めても主軸を曲げる力は出ません．ホイールを2個ずつ組で買うのは不経済なようですが，旋盤を傷める心配を思えば気が休まるはずです．

刃物台に無理がかからないよう写真14-4のブラケット構造にすると安定がよく，

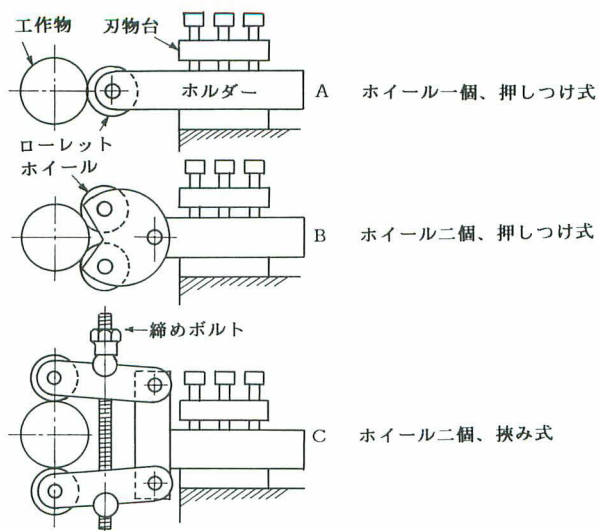



図14-3

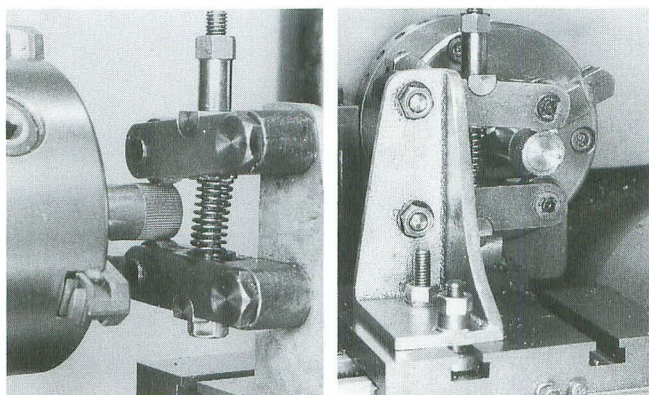



写真14-4

結果も良好です．この構造のホルダーとブラケットはわが国では市販されていませんので次ページに自作のための図14-5を掲げておきます．

ローレットのかけ方

たいていの品物は最初にローレットをかけてからあとの切削加工をする方がよろしい．もし最後にかけると，ローレットがけの力に押されてせっかく削った面に爪キズが残ることがあります．ローレットをかける場所の外径をきれいに削ってから取りかかります．

ホルダーをセットしたら横送り台を前後して図14-3ｃのようにホイール中心を

材料表

①アルミ鋳物又は鉄アングル溶接。Hは旋盤の横送り台上の心高。	1個
②16×16角鋼材を穴あけ、ミーリング加工。	2個
③平径13㎜軟鋼六角棒から加工。②の穴にしっくり合わす。	2個
④10φ軟鋼丸棒。	1個
⑤同上。接着剤をつけてねじ込む。	1個
⑥6φ長ねじ棒、市販品。	1個
⑦平径10㎜軟鋼六角棒。	1個
⑧7φ炭素鋼(SK3など)で作って焼き入れ。ホイールが軽く回ること。	2個
⑨市販のCリング。	2個
⑩市販のローレットホイール、穴径4.76㎜(3/16インチ)、幅6.35㎜(1/4インチ)、外径19.05㎜(3/4インチ)。	2個

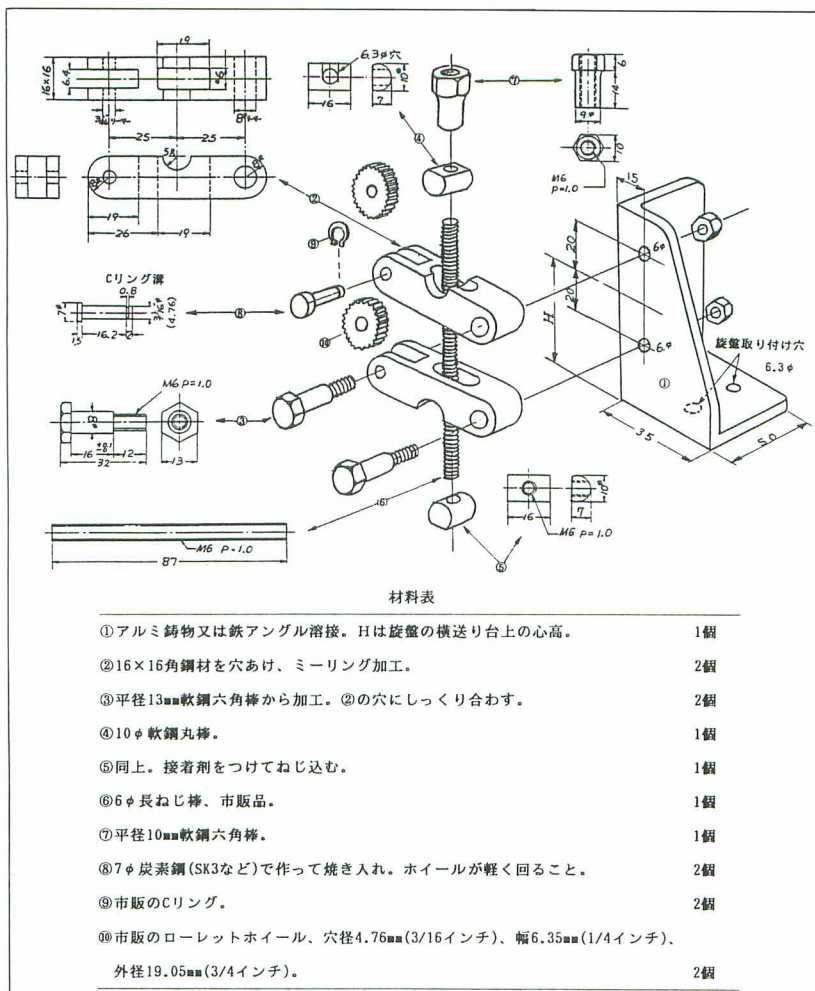



図14-5

大体主軸中心に一致させて横送り台を固定します．スイッチを入れて中～低速で回転し，ホルダーの締めボルトを締めて二つのホイールで工作物の右端を軽く挟みますとホイールが回転を始めます．徐々に強く締めますとローレットの痕跡ができます．そのまま左に送って工作物の全長に模様が出たらゆっくり右端へ戻し，さらに締めて繰り返し，数回で完了します．切削油を充分にかけて金属屑を洗い流しながら行います．ツマミを作る場合に最後まで深くかけますと，山が鋭くなって指に痛いので，少し手前でやめておく方がよろしい．エッジにはギザギザが

はみ出して感じが悪いので，45°ぐらいに面取りします．最後に灯油に漬けてブラシで洗いますと美しいローレットができあがります．

アルミや真鍮(しんちゅう)などの軟らかい材料には容易にローレットをかけられますが，鋼材に目の荒いローレットをかけるときは，時間がやや長くかかる上に，モーターが強くしっかりした構造のミニ旋盤でないと無理な場合があります．

この他に，ローレットホイールを使わずにミーリングで美しいツマミを作ることもできます．後章の「割り出し」をご参照ください．

15. 球面を削る

リングカッターで削る

「球を平面で切れば，どこを切っても切り口は円である」という定理を逆用した方法です．バイトで工作物を大ざっぱに大体の形に削(けず)り，図15-1のように200～400回転ぐらいで回しながらリング形の刃を強く押しつけてこするようにしますと美しい球ができます．リング刃は工具鋼からパイプを作って，切り口を60°ぐらいに鋭く削った上，焼き入れ(第22章参照)し，回しながら砥石(といし)をあてて研ぐとでき上がりです．

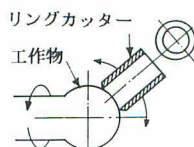



図15-1

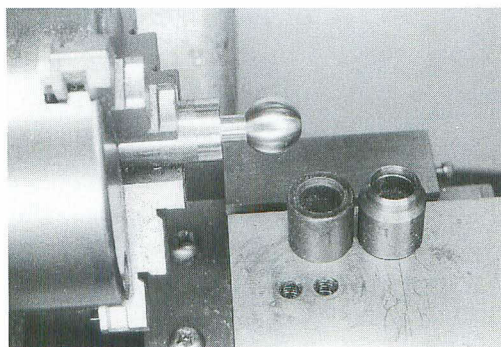



写真15-2

刃の直径は球直径の2/3程度がよいようで，球の径にくらべて極端に小さい場合は正しい球になりにくい上に，球面に引っ張られて滑るのでキズを付けます．写真15-2は15ϕ の球を削ったところで，右の2個がリング刃です．写真の刃の大きさならじかに手で握って押しつければよいのですが，大きなリング刃は柄を付けると使いよくなります．昔，分解したボールベアリングのリングを研(と)いでアルミ球を量産しているのを見ましたが，うまい利用法です．

手で押すだけですから旋盤に無理がかかる心配はなく，仕上った球の真円度も良く，面は磨いたようにきれいです．真鍮(しんちゅう)，アルミ，軟鋼，プラスチックなど広範囲の工作材料に応用できます．

姿バイトで削る

仕上がった工作物と同じ形，寸法にバイトを作らねばなりませんが，切削時間

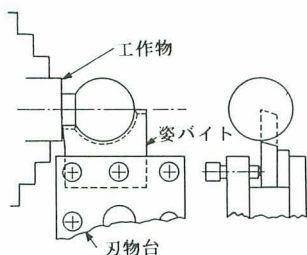



図15-3

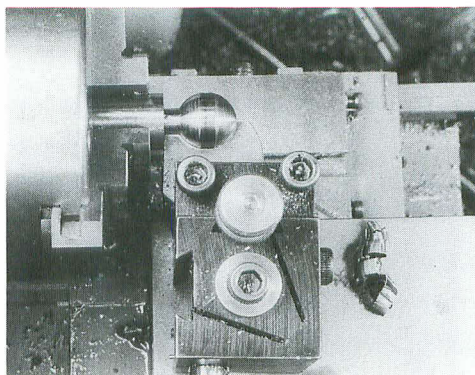



写真15-4

は一番速く，量産仕事に適しています．丸棒が見る見るうちに球形に変わってゆくのは大変面白い見ものです．図15-3は球を削る姿バイトと工作物の位置関係を示しています．そして写真15-4のように削ります．図15-5はこのバイトの作り方で，ゲージ鋼板か，または焼きなまして適当な長さに切断した古ヤスリを面板に固定し，角度α(5～10°ぐらい)にテーパーをつけて穴ぐりします．すぼんだ側の径が球の直径になります．中心線ＡＡで切断し，直線部にもヤスリで逃げ角をつけます．写真15-4のものは丸鋼棒(SK-3)を輪切りにして作ったものです．図15-6は別のタイプで，丸鋼棒を旋盤にくわえて半球形の溝を削り，真中に穴をあけ，突っ切ってからピンの入る穴をあけ，図のように直角に切欠き，柄をつけて刃物台に固定します．刃先が摩耗したらピンを次の穴に移して切れ刃を研げば再度使用できます．どの作り方にしてもていねいに仕上げて焼き入れし，切れ刃を砥石か

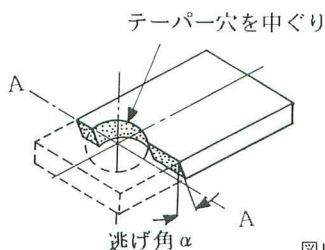
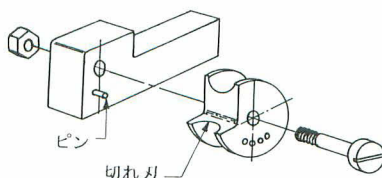



図15-5　図15-6

高速ハンドグラインダーで研ぎます．写真15-7は自作した球面削り用の姿バイトです．

切削時は強い力がかかりますから刃物台にしっかり固定し，刃高をていねいに合わせます．刃高が不適当ですと騒音ばかりでまったく切れません，無理に行っても仕上りの形が不正確になります．複式刃物台などすべての滑り面を調節して

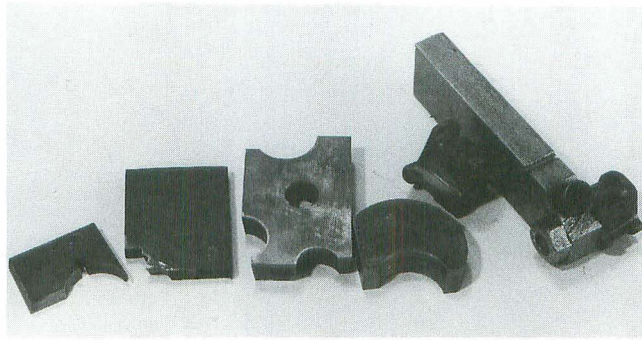



写真15-7

ガタを除きます．工作物もしっかりくわえます．なるべく低速で削ります．初めは楽に削れますが，やがて刃の当たり幅が広くなってキリコの幅も広くなり(写真15-4で複式刃物台の上に並べてある)騒音も大きくなりつつ，球形になります．

工作物がアルミや真鍮などの非鉄金属あるいはプラスティックなら小型のミニ旋盤でもできますが，軟鋼なら少なくとも1/4馬力以上のしっかりしたミニ旋盤が望ましく，負荷が大きいので旋盤を傷めないように注意が必要です．数多くの鋼球を削るときは写真15-4程度の大きさがミニ旋盤では限界ではないかと思います．直径が大きいとか材質が硬いとかのため，騒音が激しくて削れない場合は次節のボール削りアタチメントを使うほうがよろしい．

ボール削りアタチメント

垂直または水平に円を描くようにバイトを移動させて，回転している丸棒にあてますと削った面は球になります．この方法は切削時間はかかりますが無理がかからないので安心して常時使用できます．正しく取り付ければ切削精度も良く，カメラ三脚の雲台や自在バイスの球関節などの製作に適しています．水平面上を移動させるタイプが一般的です．

写真15-8, 9は旋盤のねじ切り用歯車ブラケットを利用したもので，ケン玉の木のボ-ルを削っているところです．構造は図15-10のように簡単です．特定の旋盤用に書いてありますが寸法だけ変えれば他の旋盤でもできます．使い方も簡単です．あらかじめアルミまたは真鍮の丸棒をチャックにくわえて，ヤスリでやや先細に削ってヤトイを作っておき，これにキッチリの穴をあけた木片を軽くたたきこんでバイトで大体の形に削ります．往復台を右のほうに移動し，刃物台を取外し，⑤を横送り台のT溝にはめ，⑥をはめてナット⑦で固定します．センター棒

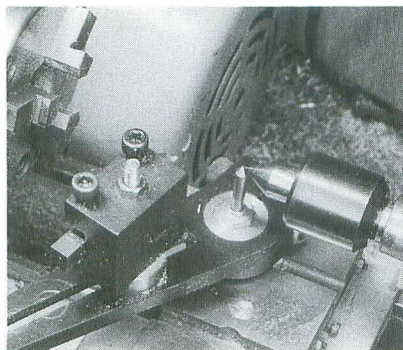



写真15-8

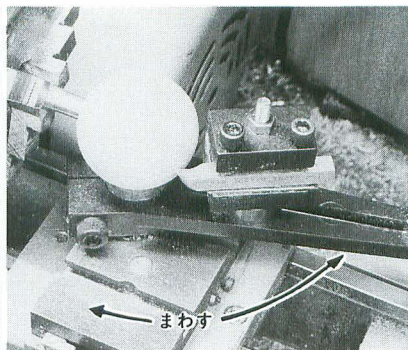



写真15-9

図15-10　球面削りアタッチメント

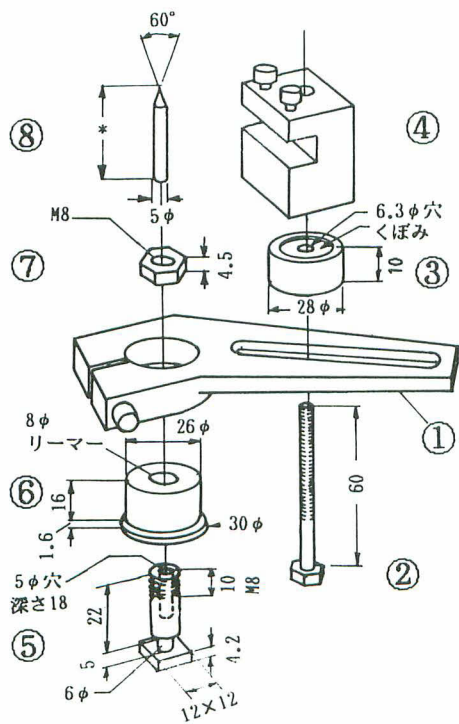
材料表

①ねじ切り用替え歯車ブラケット(ML-360付属品)
②締めねじ(6 mm 六角ボルト)
③刃物台の座（アルミ又は真鍮丸棒）
④刃物台（ML-360付属品）
⑤軸(角鋼材12×12mm または丸棒16 mmφ)
⑥回転座(軟鋼丸棒)
⑦8 mm ナット
⑧センター棒（軟鋼丸棒）

工作上の注意

③両面から直径18φ深さ0.2mm程度に削り取ってくぼみを作り，締めたときの落ち着きを良くする
⑤5φ穴はセンター棒がガタつかないようにリーマーで仕上げる
⑥外径はブラケット穴にできるだけピッタリ合わせる
⑧⑤の穴に差し込んだとき尖端が旋盤のセンター高さに一致するように長さ*を調節する

使用上の注意

○ブラケットがやや重く回転するようにブラケットのねじを調節する
○左勝手剣バイトが便利

⑧を差しこみ，横送り台を前後に動かして，写真15-8のように尖端を心押し台センターに合わせます(真上から見て)．これが合っていないとピーナッツ形または平べったい不完全な球になります．ここで忘れずに横送り台をロックします．①を⑥にはめて，ガタつかず滑らかに回るように締めねじを加減します．①～④を

組立て，刃先から⑧の尖端までが球の半径になるようにバイトをつけ，刃先を心高に合わせます．センター棒を抜き，往復台を左へ戻して刃先が工作物に触れたらブラケット①を手で水平にスイングさせて少しずつ削り進めてゆきます(写真15-9)．やって見れば読むより簡単です．

バイトを長く突き出して，刃先がセンター棒より左(主軸台側)に来るようにセットすれば凹球面が削れます．

半径の大きい球面を削る方法

図15-11は三笠饅頭(まんじゆう)やレンズに似た半径の大きい球面を削る説明図です．削ろうとする球面の半径と同じ長さに軟鋼丸棒(直径6～10mm)を切り，両端を60°に尖らせて「挾み棒」を作ります．主軸台と横送り台(往復台ではありません)の同じ高さの適当な場所にポンチで凹みを作り，この棒の両端をはめて，棒が落ちないように往復台を軽く左に押しつけながら横送り台の送りねじを回し，上から見て挾み棒がベッドに平行になった位置でバイトの刃先を主軸の回転中心に合わせます(あらかじめちょっと削ってヘソを作っておき，これに合わせると楽です)．親ねじハンドルで往復台を左へ押しつけながら横送り台を手前に送りますと，棒は左端のポンチ穴を中心にして点線のように振れ，往復台もわずかに左に動いて，挾み棒の長さを半径とした球面が削れます．複式刃物台のハンドルを回してさらに切りこみ，2回目を削ります．こうして球面ができます．

ここで問題があるのです．それは「挾み棒を落とさないように」二つの送りハンドルを同時に操作することの困難さです．ハーフナット付きの旋盤なら，親ねじを切り離し，ラックハンドルを左手で軽く押さえて，右手で横送り台ハンドルを回せばよいのですから簡単ですが，ミニ旋盤は往復台と親ねじが切り離せません．左手で横送り台を送りながら右手で親ねじを微妙に回すことはハンドルの遊びも加わって非常に難しく，きれいな球面を作ることは困難です．

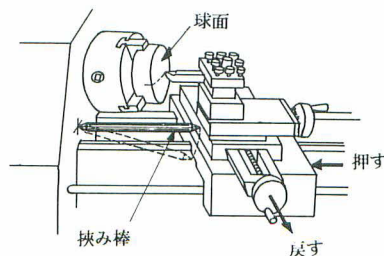



図15-11

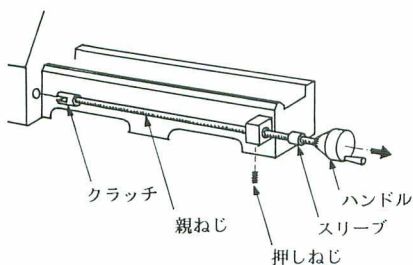
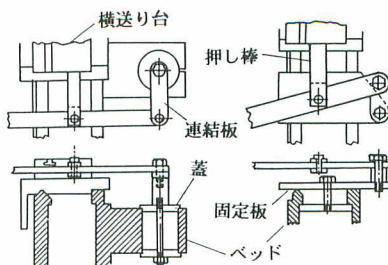



図15-12　　図15-13

そこでちょっとした仕掛けを作ります．まず，親ねじナット（エプロンの内側にある）をエプロンに固定しているねじを一時的に取りはずしてナットを右の方に寄せておきます．往復台鋳物にじかにねじを切ってある旋盤なら，図15-12のように，ブラケットの押しねじを外して，親ねじを右回ししてスリーブ（ナット）を右に充分に引き出して浮かせておきます．球面切削中は親ねじにはふれませんから固定しておく必要はありません．そして図15-13，写真15-14のようなレバーを作り，往復台を左に押しながら削ります．押すだけですから構造は簡単です．レバーの支点は，ミーリングアタチメントの柱穴に上下から蓋をして軸を立てるか（15-13左図），ベッドを上下から2枚の平鋼板で挟んで締め，その端に軸を立てます（同右図）．

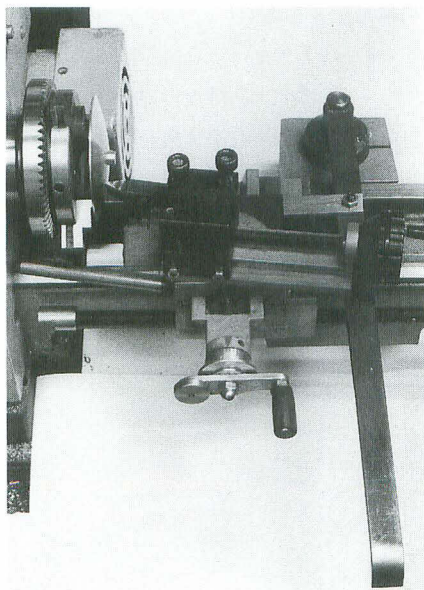



写真15-14

大切なことは，往復台を手で押して見て，途中でひっかかったりガタついたりせずに滑らかに動くよう，充分に調節しておくことです．挾み棒をはめるポンチ穴の位置をベッドのレールのほぼ真中にするとチャック爪に当たって大きい径が削れない場合があります．

工作物の直径が球面半径の60～70%程度を越えると挾み棒の傾きが大きくなってポンチ穴から外れ落ちるし，正しい球面になりません．また球面半径が非常に大きいと挾み棒が非常に長くなり，バイトが届かなくなりますから刃物台に工夫が必要です．

心押し台にポンチを打ち，横送り台と心押し台の間に挾み棒を挾み，往復台を右に押しつければ凹面が削れます．棒を伸縮構造にすればいろいろな半径に対応できます．

とがった挾み棒のかわりに，落ちないように尖端を関節構造にするとレバーも不要になりますが，小さいミニ旋盤ではスペース的に困難でしょう．

16. その他の応用

クランク削り

図16-1は模型蒸気エンジン用クランク軸の例です．軸とピンの平行が非常に重要です．

図16-2は16-1ａのシングルクランクの加工順です．まずヤトイ(図の左端)を作ります．軸穴が垂直に立つように，チャックから外さずに軸穴と底面を加工します．次にクランク素材の軸部を削(けず)り，ピン位置(偏心量ｔ)をケガいてポンチを打ちます．これをヤトイに差しこみ，クランク軸にキズをつけないよう真鍮(しんちゅう)押しねじで締めます．面板に取り付け，ポンチ穴が回転中心にくるようにヤトイごと動かして心を出して固定し，ピンを削ります．

図16-1ｂの両軸タイプやＣのダブルクランクの切削は少し複雑です．写真16-3はダブルクランクの素材で,左から英国スチュアートターナー(Stuart Turner)社製の鍛造品，同じく丸棒に角鋼材をロウ付けしたもの，三番目は角鋼材から削り出した自作品，右端はこれをほぼ削り終わったもの(両端未仕上げ)です．

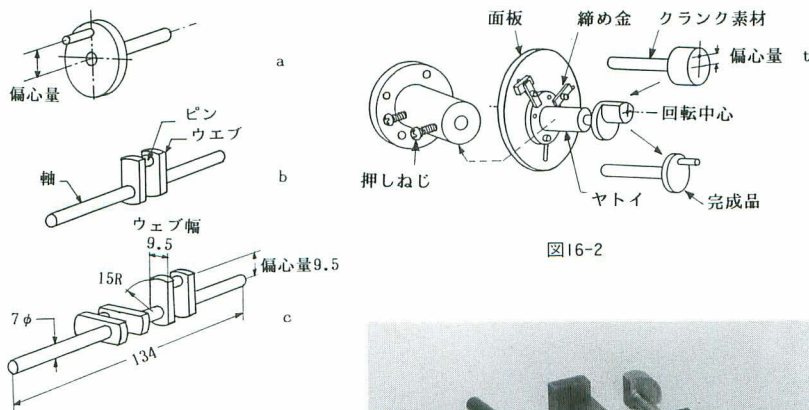



図16-1

図16-2

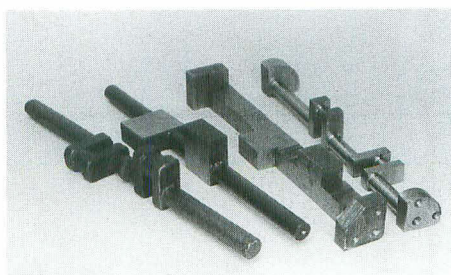



写真16-3

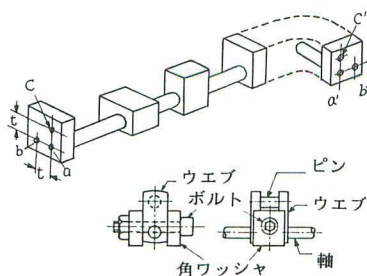



図16-4(上)　図16-5(下)

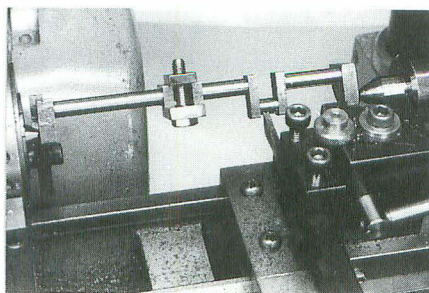



写真16-6

角鋼材からの作り方は次のようになります(図16-4,16-5，写真16-6参照).

①両端を直角に仕上げて，偏心および中心の6個の位置ａ，ｂ，ｃ，a’, b’, c’, をケガき，センター穴をあける.

②不要部分をノコギリであらまし切り取る.

③ミーリングでウエブの幅を削って平行にする(あとで締めるときの座になる).

④旋盤に両センターをはめてａ，a’で支え，ウエブ外側面と外径，軸外径を200～300回転で削る．400～500回転に上げてさらに軸を削る.

⑤穴ｂ，b’にセンターを移してピンを削る．ウエブの内側面，反対側のＲ部も削る．削り終わったら旋盤から取外して，今削ったウエブ間の「コ」の字形を図16-5のように,締め金で挟んで強く締めて補強する(写真16-6の締め金は四角ナットで代用しています).

⑥穴ｃ，c’に移し，もう一つのピンを削る.

⑦もう一組の締め金を用意し，2回目に削ったコの字形も締めて補強し，軸の両端を削り取って完成する.

⑧できれば軸およびピンを20/1000mm ぐらいオーバーサイズに削っておき,最後にラッピングし，灯油，温湯の順でよく洗浄する.

写真16-3左端の，両端に頭がない鍛造(たんぞう)や丸棒ロウ付けの素材から作る場合は，ヤスリで大体形を整え，軸の両端にセンター穴をあけ，両センターで支えて端の部分だけを仕上り外径寸法に削り，図16-7のような偏心金具を作ってウエブの角度

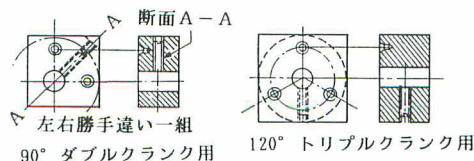



図16-7

に合わせて両端にしっかり固定してから，カドが邪魔ですから切削のはじめに点線のように丸く削り取ります．この金具を丸棒で作ってもよいのですがウエブとの角度合わせが少し厄介です．あとは上の手順と同じです．もちろん完成まで外してはなりません．

以上があらましの手順ですが，実際には次の点に細心の注意が必要です．

①二組のウエブ間の角度誤差や偏心の誤差も重要ですが，実際にはエンジンの性能にはさほど影響せず，軸の曲がりがなく，ピンと軸が平行であることが最重要です．

②コの字部分を削るにしたがい非常に弱くなり，バイトをちょっとひっかけても全体がグニャリと曲がって不良になりますから，補強の方法は重要なキーポイントです．図16-8のように軽く押しこめる程度に削った鋼材を詰めて，しばるか臨時に接着する仕方もあります．

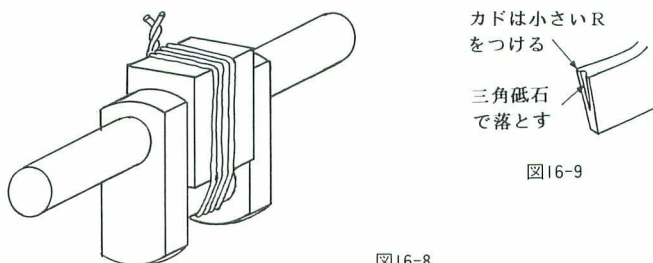



図16-9

図16-8

③ウエブが深いので刃長の長い突っ切りバイトで削ります．非常にビビリが出やすいので，図16-9のように中央を三角砥石で凹ませて当たり幅を減らします．両カドもわずかな丸味をつけます．

④上の説明は1回で削るように簡略に書きましたが，実際にはコの字形が深まるにつれて残留歪みによる軸の曲がりが出ますから，まず0.5～1.0mm ぐらいの仕上げしろを残して全体を荒削りし，2回目で目的の寸法にします．

トリプルクランク軸の加工はもう説明の必要はないと思います．軸，ウエブ，ピンを別々に作って組立てて，ロウ付けあるいはピン止めする楽な方法もありますが，一つ物から削り出したクランク軸は精度からも外観からも，苦労するだけの値打ちがあります．

キー溝削り

図16-10のようなキー溝は旋盤を利用して作れます．昔からよく知られた手段です．

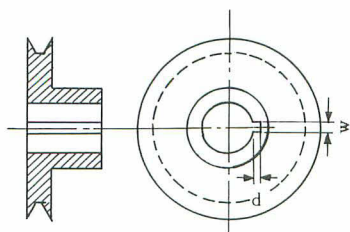



図16-10

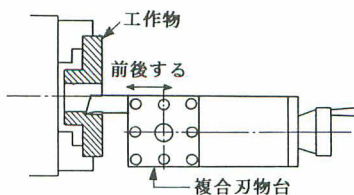
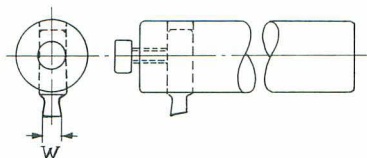
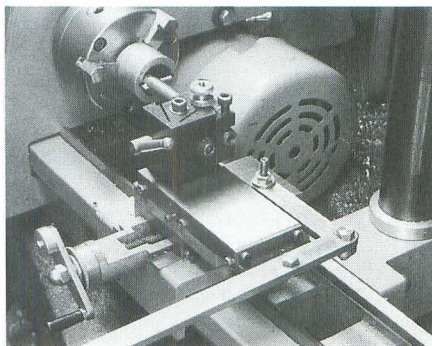



図16-11

図16-12

写真16-13

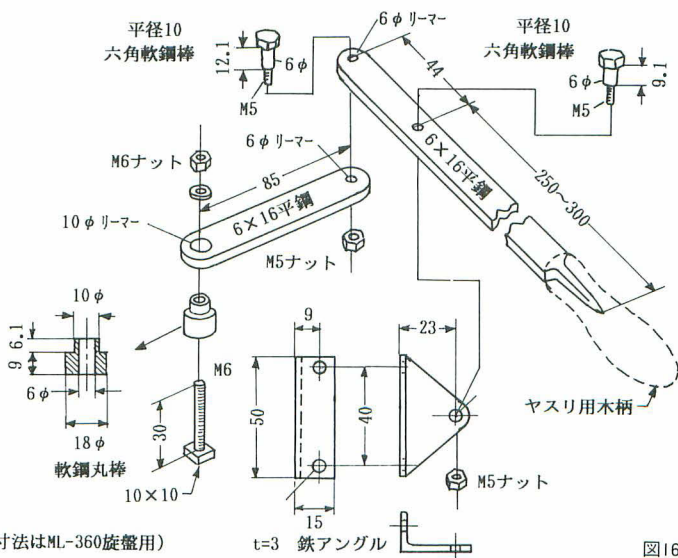



図16-14

工作物に溝位置をケガいてチャックにくわえ，図16-11のように複式刃物台を手回しで往復させながら，一往復につき横送り台の目盛を0.025mm ぐらい戻しながら切りこんで行きます.

図16-11のように突っ切りバイトを横向きに寝かせてカッターとして使ってもよろしいが，折れたタップなどをキー溝の幅に合わせて研ぎ，太い棒に差しこんだもの(図16-12）が簡単で便利です．

溝の深さ2.5mmとしますと100回往復させねばなりませんからハンドルを回すのは楽ではありません．そこで作例図16-14および写真16-13のようなレバーを作り，送りねじのかわりに取りつけますと大変楽になります．最初の溝を刃がなぞりますから工作物が回る心配はありませんが，主軸割り出し装置をブレーキ代わりにしてもよろしい(割出しの章参照)．

頻繁にキー溝を切るのなら複式刃物台を使わない専用の道具を作ればよいのですが，その説明は別の機会に譲ります．

トレパニング

写真16-15からわかるように，いわば面の突っ切りです．板をくり抜いて円板をたくさん作るのに便利で，プーリーや歯車の製作，リングの製作など，円板がたくさん必要な場合は一番早い手段です．図16-16がそのバイトで，刃先以外は円周の側面に当たらないよう充分な逃げをつけて研ぎます．スクイ角を大きくすると刃先が引きこまれて食いこむために折れるチャンスが増えます．刃の幅が広いと切削抵抗が大きくなって騒音も出るし力も必要になり，あまり狭くすると折れやすくなります．広い目に作っておいて加減するのがよろしい．図16-17のバイトは完成丸バイトまたは大径の折れタップを研いで作るのですが，刃先の傾きを自由に加減できるので，あまり深くない小径トレパニングに適しています．写真16-15はこれを使って10mmアルミ板を260回転で，溝を刃幅より広くしながら繰り抜いているいところです．自分の旋盤で無理なくできる範囲を確かめておくとよろしい．

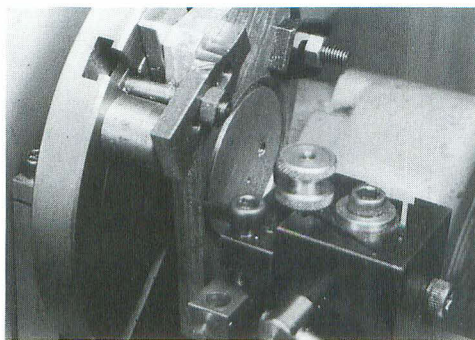



写真16-15

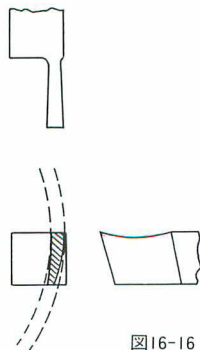



図16-16

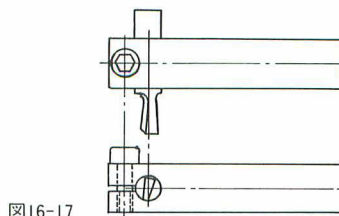



図16-17

トレパニング操作は大径の突っ切り作業と同じ要領です．鋼材に対しては忘れずに切削油を注ぎながら50～100回転で，きわめてゆっくり切りこみます．旋盤がしっかりしていないと安定が悪くて削れない場合があります．アルミ（切削油を使います）や真鍮で10mm 以下程度の深さなら容易で，直径にもよりますが200～300回転で可能です．いずれにしても時々刃を引いて横方向に移動させて切りこんで溝幅を広げ，バイトにかかる負荷を減らしますとスムースに進行します．深さが半分ぐらいまで進んだら工作物を裏返して反対の面から残りを削りますと，うっかり面板やチャックまで削る心配がありませんしバイトの刃も短かいものですみます．ボール盤に振り回し錐（トンボ錐）をつけて切り抜くのに比べると，回転を遅くできるし安定が良いので安全正確です．

倣（なら）い削り

微妙な曲線をなぞりながら工芸作品を作るのは大変楽しいものです．写真16-18は真鍮の飾り柱を作っているところで，仕掛けは図16-19のように簡単そのものです．図面台（2mm アルミ板）にアルミ円柱をねじ止めしてミーリングアタチメント用のブラケット穴に差しこんで固定します．穴の直径にきっちり合わせて削りますとわずかな力でしっかり固定します．図面台の手前の縁を真っすぐに仕上げて

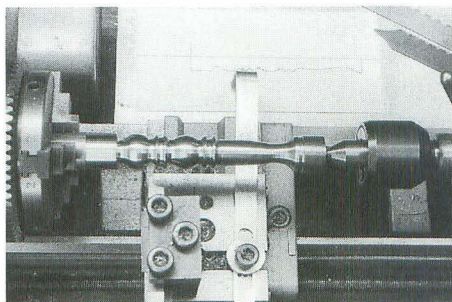



写真16-18

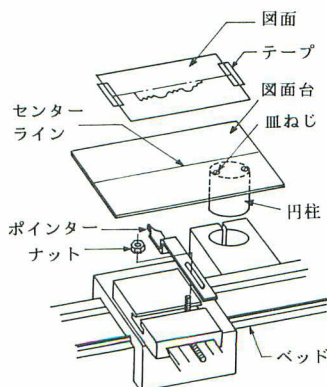



図16-19

ベッドにぴったりつくように作り，これに平行にセンターラインをケガキます．図面のセンターラインをこれに一致させてテープで貼り付けます．バイト刃先はわずかに丸味をつける程度にとがらせて，ポインターの尖端をこれと同じ形にすると正確になぞれます．

横送り台と親ねじのハンドルを操作してポインターで図面の線を追うだけですから，詳しい説明はいらないはずですが，やや大きい目に削って，最後に手バイトで軽く仕上げると美しくできます．写真の右上にちょっと見えている手バイトはメン取りで使ったものと同じく，折れたノコ刃を研いで作ったものです．図16-20のように二，三種作っておくと大体間にあいます．

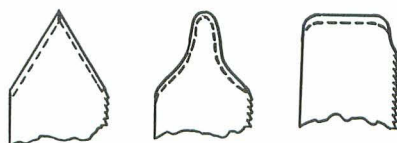



図16-20

こういう仕事にはサンドペーパーを使いたくなるものですが，その粉は旋盤を傷めますからなるべくしないほうがよろしい．やむを得ない場合には，油を塗った新聞紙など(布は危険です)でベッドや横送り台などを完全に覆って行います．

とくに木工には倣い(なら)が役に立ちます．

スプリングを巻く

小型のコイルスプリングはミニ旋盤で巻けます．素線はピアノ線，硬鋼線，ステンレス線，リン銅線などで，0.3mm以下はギターの弦を利用できます．

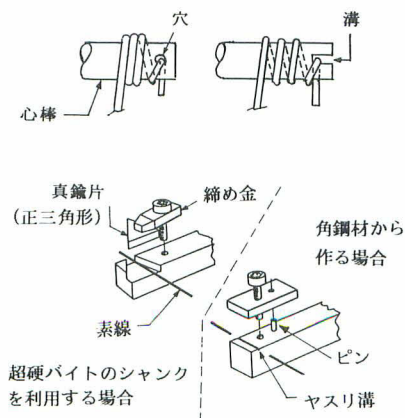



図16-21

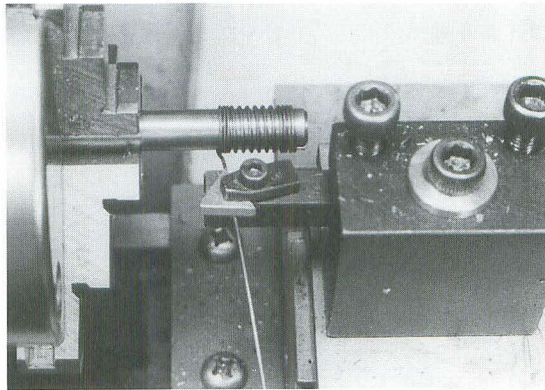



写真16-22

心棒(マンドレル)と素線(スプリング材)を一緒にチャックにくわえて，手回しハンドルを回せば巻けますが，良く揃った数多くのスプリングを巻くことはできませんし，チャックのためにも良くないので，図16-21および写真16-22のように，溝または穴をあけた心棒をチャックにくわえてこれに素線を挟みます．素線を適当な抵抗を持たせて引き出すよう，「線挟み」を刃物台につけます．図右下のように角棒と板で線を挟み，ねじで加減すればよいのですが，図左下および写真16-22のように超硬バイトのシャンクを利用することができます．

短いスプリングは回数を数えながら手回しハンドルで回します．細い素線で長いスプリングを巻く場合は心押し台で心棒を支えます．動力で巻くこともできますが素線や素線の輪(束)が途中で絡(から)んだり踊ったりして旋盤に巻きつき，大ケガをすることもあるので非常に危険です．面倒でも手回しをおすすめします．素線の切り口には注意が肝心です．

密巻きの場合は線挟みを遠くに置くとひとりでに素線が並びますが，圧縮バネなどの間隔巻きは，希望のピッチになるようにねじ切り歯車をセットし，線挟みをできるだけ近づけて巻くとピッチが揃います．初めと終わりの2～3回はクラッチをはずして密巻きにします．

ピアノ線は最後に250°前後で熱処理をすると性質がより改善されますがここでは省略します．また，密巻きスプリングを引っ張り伸ばして作った間隔巻きスプリングを圧縮に使うとすぐにへたりますから，初めから間隔巻きにすべきです．

ドリルを心棒にすると傷がつきますので感心できません．面倒でも軟鋼棒あるいは削った棒を使うべきでしょう．

コイルを巻く

変圧器，ソレノイド，小型モーター等のコイルは旋盤で巻けます．鉄心に絶縁してじかに巻く場合は問題ないのですが，ボビンを使用する場合は，巻線の力に負けてボビンが変形するので，折角巻いたのに鉄心が入らなくなりますから，図16-23のような工夫が必要です．

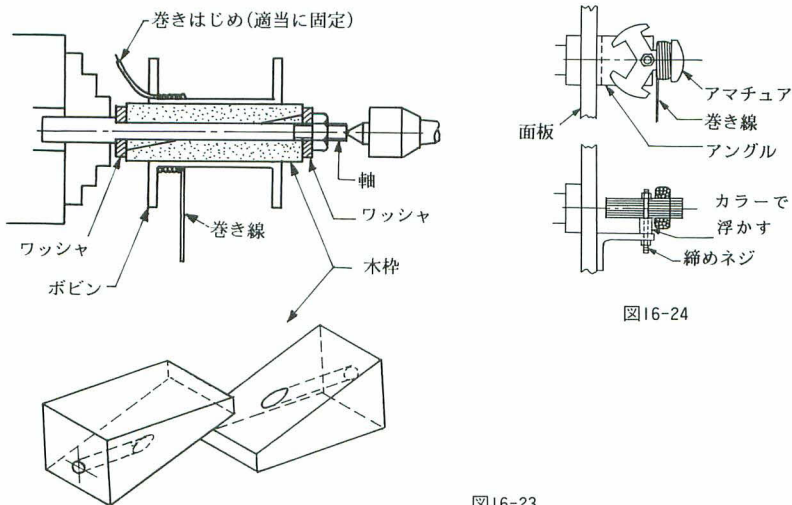



図16-24

図16-23

電線材料の巻き枠は自由に回転するようにして足元に置き，途中に自在プーリーを置いて電線をかけて，緊張させるように右手で引っ張りながら左手で主軸手回しハンドルを回します．素手で引っ張ると手が痛いし，被覆を傷めたり，指の塩分が付着して後に絶縁不良などのトラブルを起こす事があるので手袋をはめるとよろしい．

回転が速いとついて行けず巻きムラになったり断線したりしますから手回しハンドルで巻く方が確実で，ミニ旋盤は軽く回せるのでこうした仕事には有り難いです．巻き回数を知るには機械式のタコメーターや毛糸編み機の回転計などが利用できます．

筆者はモーターのアマチュア(回転子)を巻いた経験がありませんが，図16-24のようにすればできるのではないかと思い，ご参考までに書いておきます．

木工

金属用の旋盤で木を削ることは異論もあるでしょう．塗装した家具の廃材を削

ると砥の粉が機械を傷めますし，樹脂分の多い木材の削り粉は，乾いてからこびり付くことがあります．これらに注意した上で，すんだらすぐにていねいに掃除しておけば差し支えはないと思います．ミニ旋盤は簡単に分解掃除できるので大した手間ではありません．

目の詰まった硬い木が加工しやすく仕上りも美しく，手に入ればチークやマホガニーが理想的な材料です．ホウ，桜なども適しています．不要になった家具を利用するのがよく，炬燵の脚なども役に立ちます．大型ゴム印の木台を利用している人もあります．

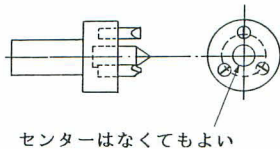
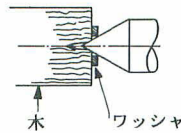
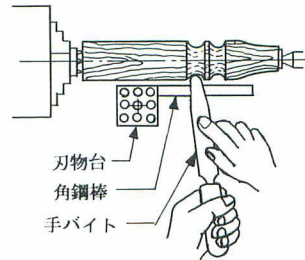
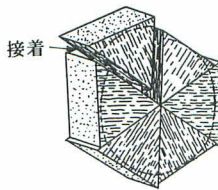



図16-25

図16-26

図16-27

図16-28

金属と違って，チャックでつかむと食いこむばかりでしっかり把握できません．そこで，図16-25の爪つきの回し金を作ってこれを三爪にくわえ，心押し台で木を押しつけるように保持します．爪の位置は目分量でよく，わざわざ割り出す必要はありません．むしろ正確に等分してない方が，はめ直すときに前の心の位置がわかりやすくてよいのです．心押し台センターがだんだん食いこんでゆくのを防ぐため図16-26のようにワッシャを1枚かませます．

円板状の木は，1枚の板から削り出しますと切削中に欠けたり，あとで反ったりしますから，木目の方向を図16-27のように並べて接着材で貼り合わせて素材にし，面板の使い方の項で説明しましたように面板にねじ止めまたは両面テープで貼り付けて削ります．

金属の場合とまったく同様に，金属用バイトを送りハンドルで操作しても削れますし，手バイトでフリーハンドで削ることもできます．手バイトは購入してもよいが古いヤスリをグラインダーで研いで簡単に作れます．必ず木の柄を付けて使います．図16-28のように刃物台に12×12mmぐらいの角鋼材をくわえて工作物の近くに固定し，これをテコの支点にして左右に動かすわけです．刃をあてる角

写真16-29

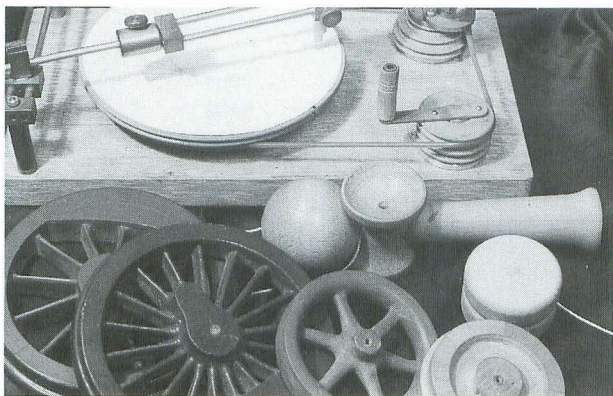



写真16-30　左から大型模型蒸気機関車の動輪木型，フライホイール木型（以上は鋳造のためにロウを塗ってあります）．車輪木型，ケン玉とヨーヨー，一番奥はモデルエンジニア誌の記事（26，Nov.1959）を参考に作ったおもしろい「落書き器」で，ハンドルをまわすと円板上の紙に複雑な曲線を描きます．

度によっては強くはじき戻されることがありますから，比較的遅い回転速度で練習しながら段々上げてゆくのがよいと思います．木工にはとくに倣い削りが役に立ち，さらに面白い作品ができます．

写真16-29は金属の面板に両面テープで木の板を貼り付けて，鋳物の木型を削っているところです．複式刃物台を3°ほど傾けてあるのは「抜き勾配」をつけるためです．写真16-30は木工の作品例です．ケン玉のボールは前章のボール削りアタチメントで作りました．民芸品の加工実演などを見学しますと，まるでカンナで削るようにキレイな削り屑が出ますが，長い年月の修練に頭の下がる思いが致します．とうていそれにはおよばないにしても，木工は非常に楽しい仕事です．

このほか，型をチャックにくわえて回転しながら薄い金属板を「へら」で押しつけて，あたかもプレスで作ったような感じの品物を作る「へら押し」という技法も昔からありますが，主軸にかかる力が大きいのでミニ旋盤ではおすすめできません．また，チャックに軸をくわえてプーリーを取付けてこれにベルトをかけて，旋盤を他の機械例えばコンプレッサーなどの応急の動力として使っている例もあります．個々の事情が違いますから可否を一口でいうわけにはゆきませんが，旋盤を傷めないよう充分に検討して使えば無数に利用の道があります．

17. 割　り　出　し

角度または長さを等分割することを「割り出し」といいます．図17-1のようにフランジの周囲に一定間隔の穴をあける，丸棒を削って三角や六角など多角形の棒を作る，ダイアルの角度目盛を刻む，丸棒にスプライン溝を掘る，歯車の歯を切るなどの仕事はすべて，工作物をある角度ずつ回しては同じ加工，例えば穴あけを繰返さなければなりません．いちいちケガくと時間や手間が大変な上に精度も良くないので，道具を使って工作物を一定角度ずつ回しては止めて，ケガキなしで加工をするのが割り出しです．

特別な厳しい精度を要求しなければ割り出しは特殊な難しい仕事ではありません．順序として割り出し盤の説明から書きましたが，専用道具なしに簡単な工作で手軽にすませても充分に目的を果たす場合が案外多いので，そういう工夫を含めてやや賑やかに紹介しますので，割り出しの目的，頻度，精度などを考えてもっとも適当な方法を選んで下さい．

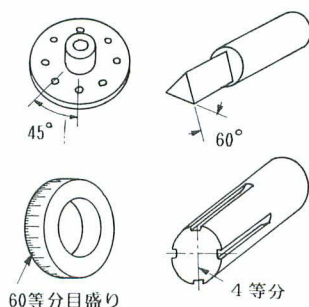



図17-1

割 り 出 し 盤

たいていの旋盤メーカーは専用の割り出し盤(インデックス)を用意していますからミーリングアタチメントがあれば本格的方法で割り出しができます．横送り台の上に割り出し盤を据え付けてこれにチャックを取付け，工作物をくわえます．刃物(カッター)はミーリングアタチメントの主軸にコレットでくわえます．割り出し盤の軸を必要な角度ずつ回して加工をします．次節のような構造で好きな角度が出せます．

構造と使用上の注意

直接式割り出し盤は図17-2のようにチャックに直結したインデクスプレートの切欠きにクリック(止めピン)を噛ませて位置を決めます．もし切欠き数48のプレートなら，とびとびにピンをかませて2，3，4，6，8，12，16，24，48等分ができます．切欠き数の違うプレートにはめ替えると違った分割範囲もできます．構造も取扱も簡単で価格も安く，上記のフランジの穴あけ，丸棒から三角に削るなどの簡単な割り出しに適しています．そのかわり次に説明するウオームギヤ式に比べると割り出し範囲が狭いのが短所です．

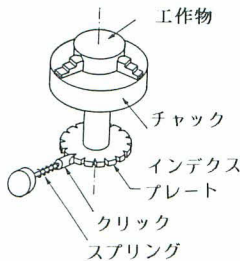
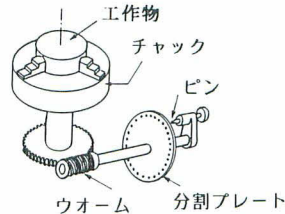



図17-2　図17-3

ウオームギヤ式割り出し盤(割り出し円テーブル)は図17-3のように，割り出し盤本体に固定した分割プレート(インデクスプレート)を貫通しているウオーム軸で工作物を回し，分割プレートの穴にピンを差して位置を決めます．ウオームギヤ比が大きいので微小な角度の割り出しが可能です．ギヤ比が1：40ならウォーム軸の1回転で工作物は360÷40＝9°回り，40等分になります．もしプレートの総穴数が9個で1穴ごとに止めますと工作物の回転角度はさらに1/9の1°になり，360等分することになります．図には省略しましたが分割プレートには同心円上にいろいろな総数の穴があけてあるので，ウオーム軸の回転数と組合わせると広範囲の割り出しが可能です．繰返し操作する時，ピンを差す穴を間違えないようにセクターが付いています(図には省略しています)．この方式の利点は，割り出し誤差をウオーム装置によって均等に分配するので精度が良く，割り出し範囲が広いことです．取扱がやや複雑ですが，分割数の大きい，例えば歯切りなどの割り出しをじっくり構えてするのに適しています．構造の詳細はそれぞれの割り出し盤の説明書をごらんください．

使用上の注意は；

①割り出す工作物の旋盤加工がすんだらチャックごと外して割り出し盤に移します．工作物をくわえ直すと誤差が増えます．

②割り出し開始前に横送り台と往復台を固定し，1回割り出すたびに割り出し軸を締めます．忘れると切削中の振動で精度を損ない，刃物やウオームなどを損傷します．

③ウオームギヤ式の場合，ウオームの軸方向の遊びは割り出し誤差になりますから調整します．

使用例

図17-4は図17-1の左上のフランジの穴を割り出す例です．ミーリングアタチメントにセンタードリルをくわえ，割り出し盤または工作物の中心に合わせます．親ねじハンドルの目盛で往復台を動かしてドリルの尖端を穴あけピッチ円径に合わせます．割り出しピンを差し，割り出し軸を固定して一つ目の穴をあけ，ピンを抜いて次の位置に動かしてふたたび固定して二つ目の穴をあけ，これを繰り返して一周します．図のように工作物の外周を基準に測るほうが都合のよい場合もあります．終わったら工作物をチャックから外してボール盤に移して穴を貫通します．コンパスや分度器でケガくよりもはるかに速くて精度も良い方法です．

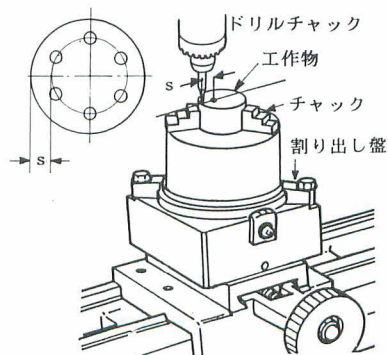



図17-4

簡単な割り出し道具

フランジの穴あけや美観のための割り出しなどは，前述の割り出し盤を使わなくても迅速安価にできます．図17-5左は両端に工作物と六角の板（角度ブロック）をはめた丸棒（仮の軸）を，締め金を使ってバーチカルテーブルの溝に押し付けてスコヤをあてて割り出して固定し，旋盤主軸にくわえたエンドミルで加工をしています．図右下のように四角ブロックと三角定規を使って割り出すこともできます．角度ブロックは六角または四角棒を突っ切って作ります．穴が垂直にあいて

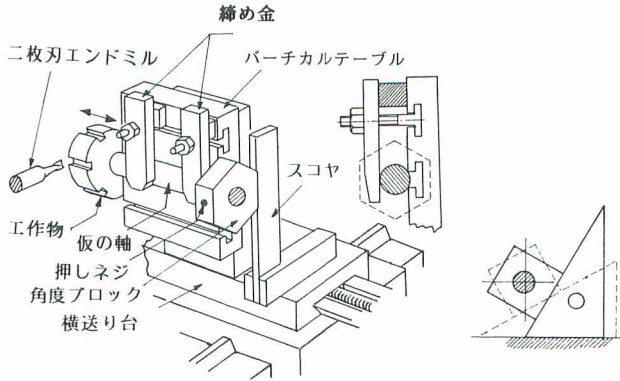



図17-5

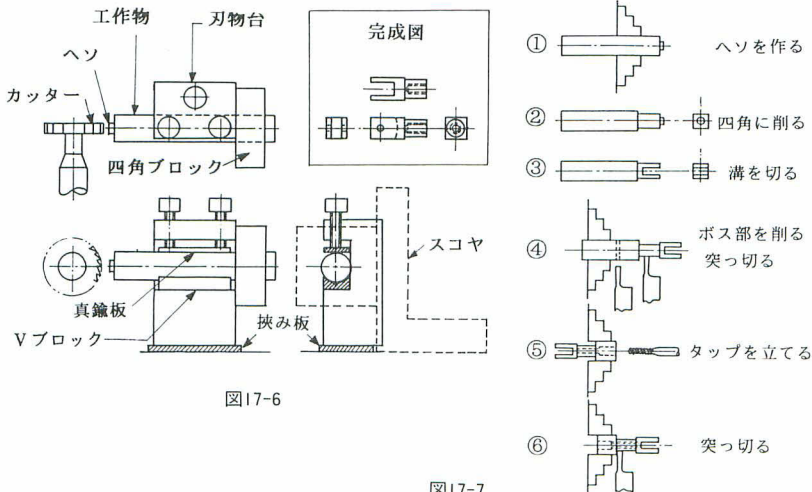



図17-6

図17-7

さえおれば，偏心していても軸とガタがあっても割り出し精度には影響しません．工作物が棒状ならじかにブロックをねじ止めし，図のように円板形ならその穴に合うように軸を削ってねじ止めします．

工作物が細い場合はバーチカルテーブルの代わりに刃物台も利用できます．図17-6は右上図の小型フォークを丸棒から削り出す説明図です．工作物の端にカッター幅のヘソを削っておき，Vブロックに載せ，締め傷をつけないように真鍮(しんちゅう)板を挟んで締めます．刃物台の下に挟み板を挟んで高さを加減しています．割り出して外形を四角に削り，次に往復台を移動して図左上のようにカッターをヘソに合わせて切りこめば自動的に真中に溝ができます．工作物を主軸のチャックに移

してボスとねじを切ってできあがりです．図17-7はこの工程です．高さ固定の刃物台でもこのように役に立つ利用法がたくさんあります．

主軸割り出し

旋盤主軸を一定の角度ずつ回しては固定できるように仕掛けをしますと，旋盤加工のあと，工作物をチャックから外さずに割り出せるのでもっとも迅速で実用的です．割り出しのゲージとして，チャック爪とか歯車が利用できますし，チャックのバックプレートにじかに等間隔の穴をあけてゲージにする方法もあります．

チャック爪を利用する

図17-8のようにベッドに置いた棒に順次に爪を当てて3位置を決め，横送り台に置いたトースカンでケガきます．フランジの穴あけなどに便利な方法です．4爪チャックなら4等分です．棒の長さを図下の式の寸法に削り，点線の位置も使うと6等分ができます．

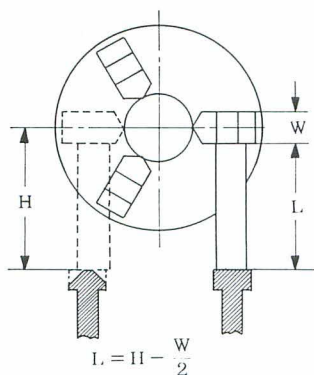



図17-8

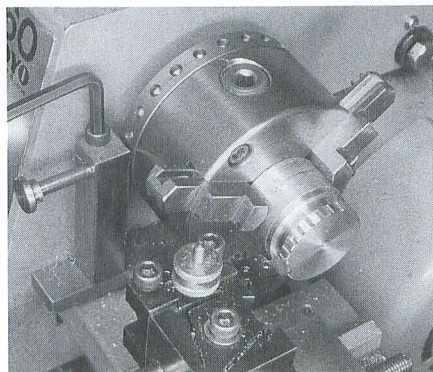



写真17-9

チャックに加工する

写真17-9はチャックのバックプレートの周囲に等間隔穴をあけ，ピンを落しこんで割り出しをする方式です．横に寝かせた突っ切りバイトを手送りして溝を切って，ツマミハンドルを作っているところです．24穴ですと2，3，4，6，8，12，24等分ができますが12穴でもたいていの仕事の間に合い，もっとも迅速実用的な割り出し装置です．すべてのチャックや面板を共通のバックプレートで使う方式の旋盤にはとくに便利です．

図17-10は部品図，図17-11は等分穴のあけ方です．まずチャックに丸棒をくわ

材料表		
六角穴付きボルト（ソケットボルト）	φ6×15	1
〃	φ6×20	1
六角ボルト	φ6×30	1
6㎜ナット		1
軟鋼平角　9×19		長さ約170㎜
軟鋼角棒　16×16		長さ約75㎜
軟鋼丸棒　15φ		長さ約70㎜
ロールピン	φ2×10	1

図17-10

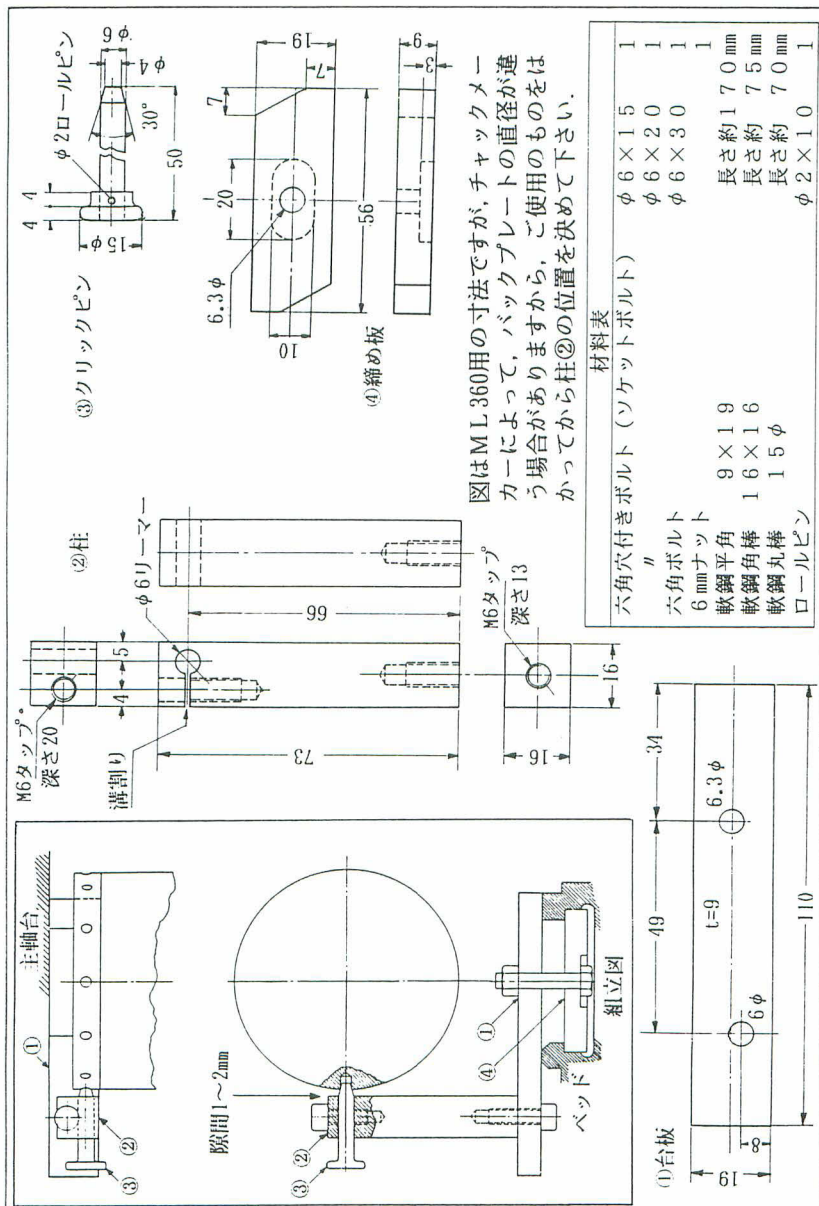
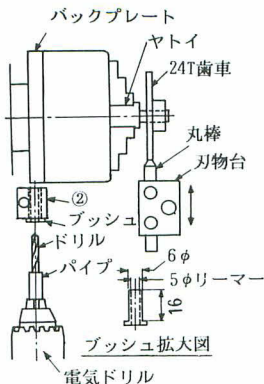



図17-11

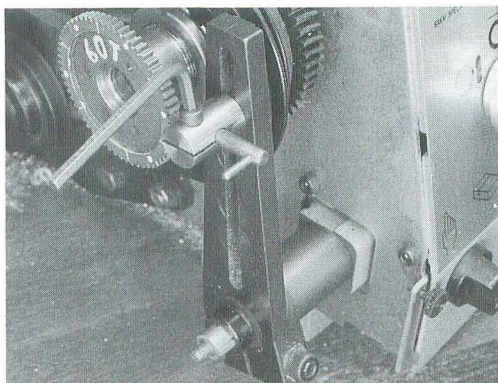



写真17-12

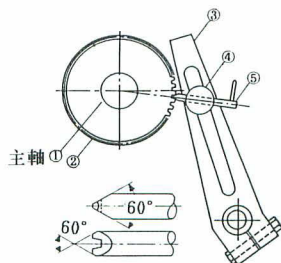



図17-13

えてヤトイを削って24歯の歯車をきっちりはめて押しねじで固定します．尖端を60°に削った丸棒を刃物台に固定して歯と歯の間の斜面を押して回り止めにします．手持ち電気ドリルに5ϕドリルをくわえて，穴の深さを揃えるためにパイプをはめて柱②に通して穴をあけます．このとき柱の穴に傷が付かぬよう図のブッシュをはめておきます．ドリルが傾くと穴間隔が不揃いになってバックプレートを傷物にしますから，くれぐれも慎重にあけます．横送り台を手前に引いて回り止めを解除し，1歯分回してふたたび横送り台を進めて回り止めをかけて次の穴をあけます．24回繰返します．歯車は，旋盤付属のねじ切り用替え歯車(金属製の)の中に適当なものがなければ市販品を購入します．歯車専門メーカー品なら精度も充分です．モジュール(歯の大きさ．P.209参照)1.0ぐらいが手頃です．このアクセサリーは付けっ放しにしておいても旋盤作業の邪魔になりません．

歯車で割り出す

チャック爪に棒を挟むのは物足りないが，バックプレートを加工するのも困るという方はこの方法を利用して下さい．目盛切りや歯切りなど割り出し数の多い仕事にも広範囲に使えます．写真17-12と図17-13の構造です．旋盤主軸①の左端に歯車②を取付け，旋盤付属のねじ切り用替え歯車ブラケット③に短い柱④を立

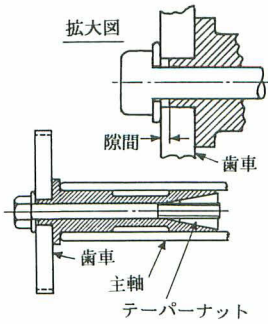



図17-14

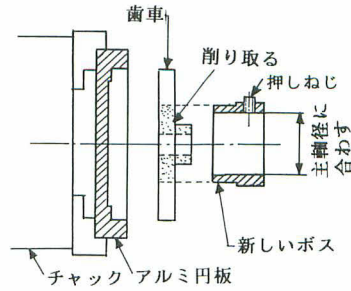



図17-15

てて，ピン⑤を抜き差しして歯に噛み合わせます．図の下はピン⑤の尖端の形です．

旋盤主軸に歯車を取付ける方法は二つあります．その一つは，図12-10の主軸手回しハンドルを利用し，アルミ円板の代わりに歯車をはめるのです(図17-14)．いつでも元の手回しハンドルに戻すことができます．もう一つの方法は市販の歯車のボスを加工して主軸にねじ止めします．図17-15はその工作法です．主軸にきっちりはまる新しいボスをあらかじめ作っておきます．三爪チャックに厚いアルミ円板をくわえて歯車の外径より心持ち小さく座ぐり(平底穴をあける)し，木ヅチで歯車を軽くたたきこんで充分に落ち着かせます．歯車のボスを削り取り，中ぐりで穴をひろげ，アルミ円板からはずして，新しいボスをきっちりはめてハンダまたはカシメで固定します．ぴったりと心が出ていなければなりません．歯数は60歯がもっとも都合良く，2，3，4，5，6，10，12，15，20，30，60，の割り出しができます．

図17-16は，図17-13の柱④の詳しい説明です．ピン⑤の通る穴をあけてリーマーを通し，手ノコで溝を切り，直角にタップを立てて締めボルトを入れます．ピ

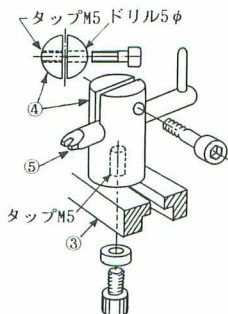



図17-16

図17-17

ン⑤の先端は図17-13左下および図17-17のようにし，斜面で歯の腹を受けるようにします．ピン⑤を90°回して二又部も使いますと60歯の歯車で120等分ができ，8，24，40，120，も割り出しできます．ピンをていねいに作れば歯切りなどの高度な仕事にも良い結果が得られます．ピン⑤の抜き差しのたびにロックネジを緩めたり締めたりするのは面倒に思われるかも知れませんが，この構造がもっとも簡単確実です．

上記の方法でたいていの仕事の間にあうのですが，ねじ切り用の替え歯車(普通5歯とびに20歯から75歯までが1セット)から適当なものを選んで図17-18のように複列に組合せますとほとんど割り出し盤に匹敵する範囲の数を割り出せます．

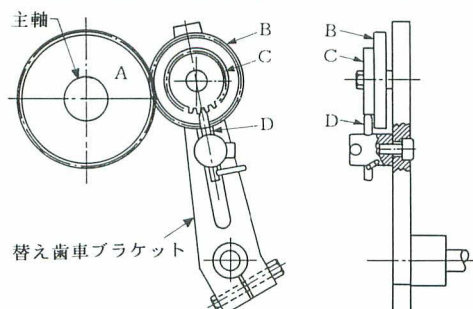



図17-18

割り出し数$=\dfrac{A\times C}{B\times D}$(Aは主軸歯車の歯数，B，Cは各歯車の歯数)

となります．DはピンDを何歯ごとに噛ませるかを表し，D＝2なら2歯ごとに噛ませます．歯数が違っても全体の比率が変わらなければよいのですから，手もとにある歯車に合わせて式を組み替えます．仮りに24を割り出したい場合，主軸に60歯を使いますと；

$$24=6\times 4=\frac{60\times 40}{100}=\frac{60}{50}\times\frac{40}{2}$$

となり，A＝60，B＝50，C＝40，を選び，2歯ごとにピンを噛ませます．歯車Cには2歯ごとにわかりやすい印をつけておきます．たったこれだけの仕掛けで表17-19の割り出し表(歯車組合せ表)のように広範囲に割り出しできます．

割り出しに使用する歯車はプラスチック製でも使えなくはないが，柔軟性のため位置がわかりにくいので金属製がよろしい．モジュール1で厚さが5～8mm 程度が最適です．

どの方法にしても，主軸割り出しを始める前には忘れずに旋盤の電源コードを

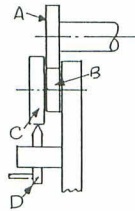
主軸歯車 割り出し数	A＝６０の場合 B	 C	 D	A＝３０の場合 B	 C	 D
2	直接		30	直接・		15
3	直接		20	直接		10
4	直接		15	30	20	5
5	直接		12	直接		5
6	直接		10	直接		5
7	60	35	5	30	35	5
8	45	30	5	30	40	5
9	40	30	5	30	45	5
10	直接		6	30	20	2
11	60	55	5	30	55	5
12	直接		5	50	40	2
＊＊13	60	65	5	30	65	5
14	50	35	3	75	35	1
15	直接		4	直接		2
16	50	40	3	75	40	1
＊ 17	30	34	4	30	34	2
18	50	45	3	75	45	1
20	直接		3	30	20	1
21	50	35	2	50	35	1
22	50	55	3	75	55	1
24	50	40	2	50	40	1
25	40	50	3	60	50	1
＊＊26	30	65	5			
27	50	45	2	50	45	1
28	25	35	3	75	70	1
30	直接		2	直接		1
32	25	40	3			
33	50	55	2	50	55	1
＊ 34	30	34	2	30	34	1
35	30	35	2	30	35	1
36	50	30	1	25	30	1
＊＊39	50	65	2	50	65	1
40	45	30	1	30	40	1
42	50	35	1	25	35	1
44	25	55	3			
45	40	30	1	20	30	1
48	50	40	1	25	40	1
50	30	25	1	30	50	1
＊ 51	20	34	2			
＊＊52	25	65	3			
54	50	45	1	25	45	1
55	20	55	3			
56	25	70	3			
60	直接		1	20	40	1
＊＊65	60	65	1	30	65	1
66	50	55	1	25	55	1
＊ 68	30	34	1			
70	30	35	1	30	70	1
72	25	30	1	25	60	1
75	20	25	1	20	50	1
＊＊78	50	65	1	25	65	1
80	30	40	1			
84	25	35	1	25	70	1
90	30	45	1	20	60	1
96	25	40	1			
100	30	50	1			
120	25	50	1			
150	20	50	1			
180	25	75	1			

註；旋盤の機種によっては65あるいは34歯が付属しない場合があり、＊又は＊＊の組合せができません。

表17-19

抜いておきます．ついうっかり癖が出てスイッチを入れて失敗するものです．

主軸割り出しの加工例

フランジの穴あけ

図17-20は図17-4と同じフランジの割り出しですが，主軸割り出しなのではるか

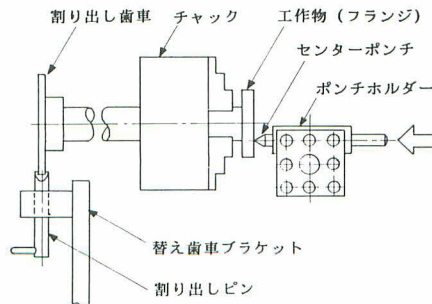



図17-20

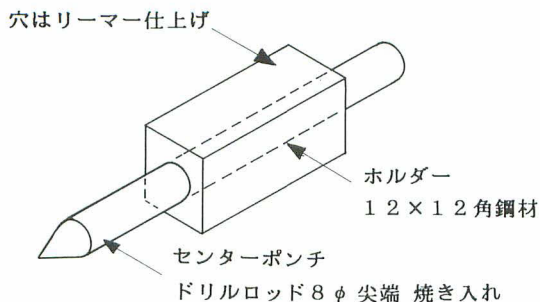



図17-21

に迅速です．図17-4と同様に外周を基準にしてピッチ円に合わせ，割り出す度に矢印のように小さいハンマーでポンチを軽くたたいて(あまり強くたたくと工作物が動く)ポンチマークを作り，旋盤から取り外して強く打ち直し，ボール盤で穴をあけます．図17-21はそのポンチで，6～8ϕ ぐらいのドリルロッドの先を60°に削って焼きを入れます．心高に合ったホルダーを作るには12×12角鋼材を主軸に平行に刃物台に固定して，主軸側からドリル穴をあけ，リーマーを通します．できるだけ工作物に接近して使います．筆者は気軽な割り出し仕事はすべてこの方法で良い結果を得ています．

目盛を切る

ダイアルの角度目盛や測定器の目盛を作る仕事は，主軸割り出しと横に寝かせたねじ切りバイトまたはトガリ先バイトで，図17-22の要領で容易にできます．

ピッチ1mmの送りねじの目盛付きハンドルを作ります．1目盛で0.025mm動かしたいとすると1mm÷0.025mm＝40等分になります．4目盛ごとに目盛線を長くして0.1mm目とします．目盛線の深さはバイト刃先の形によって多少違いますが0.1～0.3mmが適当です．数字は，図17-23の道具を作って刻印(テーキン)で直角

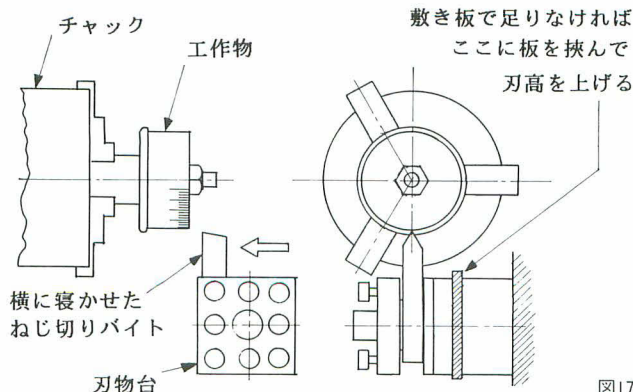



図17-22

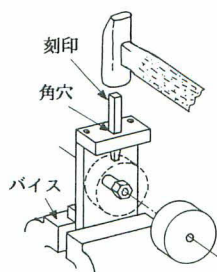
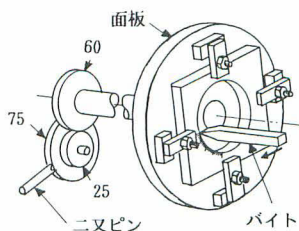



図17-23　図17-24

に同じ深さになるように打ちます．字によってたたく強さを多少変えないと美しいダイアルになりませんから練習が必要です．最後に文字や目盛の盛り上がりを取り除くために，丸棒を削ってヤトイを作り，ハンドルを軽くたたきこんで中速で回転させ，時計用のきわめて細かいヤスリを軽く当てます．こうして仕上がると線が思ったより細く見えますから，最初は太過ぎると思う程度に刻んでおくのがよろしい．

たくさんの線を刻むのは手が疲れますから第16章の写真16-13および図16-14のレバーをつけると楽です．

360度目盛を切る場合,歯車の組合せをもう一段増やして割り出し数を増やしたいのですが,ミニ旋盤はスペースがありませんから180割りの組合せで上記の二又ピンを活用します.図17-24は工作物を面板に取り付けて穴の周囲に目盛を切る説明です.

ツマミを作る

写真17-25はオーデオアンプのアルミのつまみを作る様子です.方法はダイアル目盛とまったく同じです．30等分で，バイトは4×4mm 完成バイトを90°にとがらせて寝かせて固定し，最初は切りこみ0.3mm，2周目はさらに0.2mm 切りこみ，計0.5mm の深さに縦溝を切りました.アルミとはいっても溝が深いので親ねじを

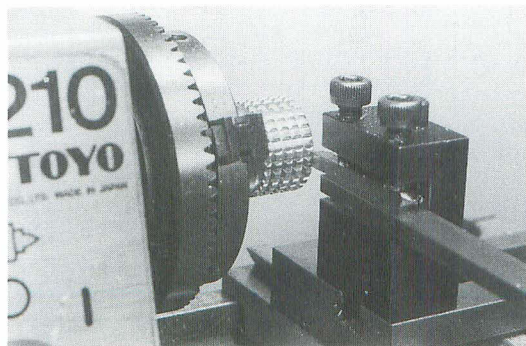



写真17-25

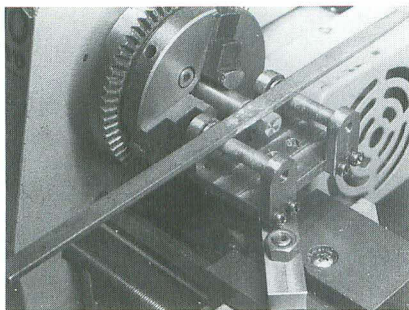



写真17-26

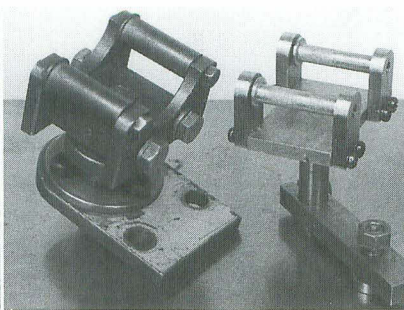



写真17-27

回すのに相当な力がいりますから，ハンドルを直径の大きいものに改造しました．円周溝も同じバイトを正常に取付けて削っています．切削油をつけながら削るとムシレず，きれいにできます．

丸棒から角棒を削り出す

写真17-26のようにヤスリ台を利用して，丸棒を六角や四角に削ったり，回転軸の端に押しねじを受ける平面を削ります．チャックは主軸割出しの歯車で固定されます．ローラーの高さを調節してから大型の平ヤスリを載せて（写真では工作物が見えるように小さいヤスリをのせてあります）前後に動かし，ローラーが空転するまで削ります．昔からよく使われている技法です．ローラーを焼き入れする人もありますがヤスリを傷めるのでナマのままがよろしい．写真17-27左は大型卓上旋盤用で，20年以上も使っています．ねじでローラー高さの微調節ができます．右は小型ミニ旋盤用に設計したものです．図17-28がその製作図ですが，使いやすい

①台板	軟鋼　5mm厚	1個
②側板	13×4.5mm平鋼	4
③ローラー	軟鋼丸棒15φ	2
④上下軸	軟鋼丸棒10φ	1
⑤取り付け金具	軟鋼	1
⑥取り付けねじ	軟鋼丸棒15φ	1
⑦6mmナット		1
⑧5mm六角穴付きボルト		1

小型ミニ旋盤用ヤスリ台

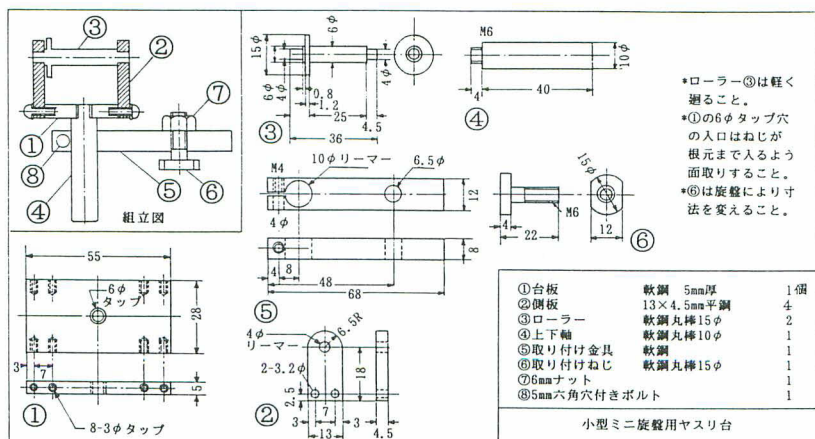



図17-28

ように改良したので写真と少し違っています．小型ミニ旋盤の場合はヤスリを力まかせに押さえつけて主軸に無理をかけないよういたわりながら行います．

歯車の遊び

繰り返しますが，プラスチック製歯車は柔軟性があって位置が決まりにくく割り出し用には不向きですから，金属製を使う方がよろしい．多少加工は必要ですが，既製品で手頃な市販品があります．

金属製でも二段以上組合せるときは歯車間の遊びによる誤差を除かねばなりません．手で荷重をかけてもできないことはありませんが，図17-29のようにチャックに丈夫なヒモを数回巻いて重りを下げる方法があります*．相当重くないと効果が少ないので筆者は面板かチャックなどをぶら下げています．落下して足をケガしないように注意が必要です．重過ぎて旋盤に無理をかけない程度に良く考えてすることはいうまでもありません．

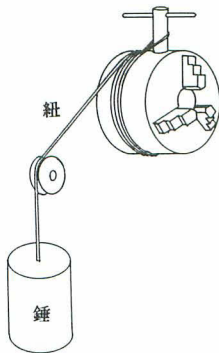
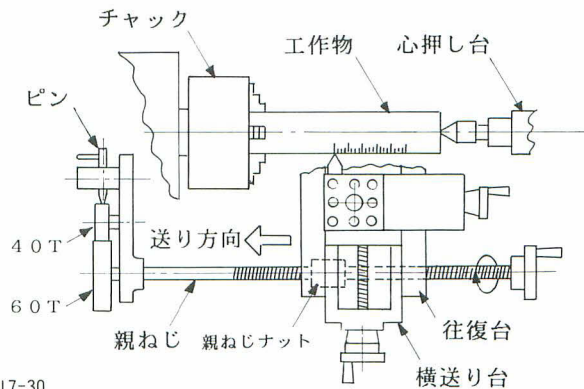



図17-29　図17-30

親ねじで割り出す（直線の割り出し）

図17-30は，丸棒に長さの目盛を切る割り出しです（心押し軸の目盛を想像して下さい）．ただし親ねじ左端の歯車とピンは，このあとの「歯車で割り出す」をお読みになるまでは無視して下さい．工作物を四爪チャックにくわえて心を出します．円弧状に切らねばなりませんから，円弧のスタート線として心押し軸に平行な1本の基線（図17-31）を刻みます，これを切るにはトガリ先またはねじ切りバイトを横

---

* Ian Bradley, The Amateur's Workshop. p.133. M.A.P.LTD.,1971.

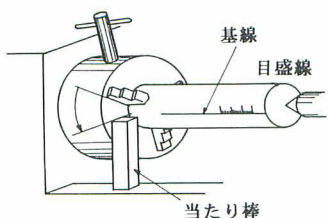
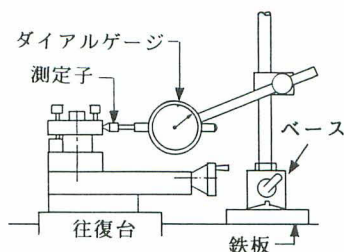



図17-31　　図17-32

に寝かせて取付けて，工作物に0.01～0.02mm切りこんで縦送りハンドルで送り，繰り返して深くします．円弧の目盛線は，バイトを正常な向きに戻し，基線に刃先を合わせてふたたび切りこみ，チャックを手で回すと切れます．目盛線の長さを揃えるには，図のようにチャック爪の下に当たり棒を置いて，チャックハンドルをはめ，爪が軽く当たるまで(矢印の角度に)手回しします．親ねじで往復台を移動させて切って行くのですが，移動量(送り)の決め方はいろいろあります．かりに最小目盛が1mmで全長100mm刻むとします．

親ねじハンドルの目盛を頼りに送る．

目盛を見つめながら1mm移動させては正確に停止させる動作を100回繰り返さなければなりませんから大変です．もし親ねじピッチが1mmでなければ大変ややこしくて読み間違いのもとになります．目盛リングの動きを充分に調整しておかないと途中でひっかかってゼロ位置がずれて，せっかくの仕事がご破算になることもあります．長い目盛にはこの方法はおすすめできません．

ダイアルゲージを利用する．

往復台を動かしてバイトを最初の目盛線位置に合わせ，旋盤の適当な場所にダイアルゲージを据えます．磁石式ベースの場合は，アルミ構造の多いミニ旋盤では取り付けに困るのですが，筆者はベッド上に厚い鉄板を置いて吸いつけたり，ミーリングアタチメントの柱に吸いつけたり，時にはベースから外して腕棒をチャックにくわえたりしています．もっとも普通に使われている円錐形とがり形測定子を付けて往復台または刃物台の側面にあてます(図17-32)．ゲージのリングを回してゼロに合わせます．親ねじハンドルをそろそろと回してゲージの指針が1mm動いたら往復台を固定し，測定子を離し，目盛を切ります．これを繰返します．手間はかかりますが，送りねじその他の遊び誤差に関係なく位置が決まりますから正確です．

歯車で割り出す．

長い目盛を上の方法で切るのは疲れます．歯車で割り出して，毎回の停止位置

がはっきりわかるストッパーを付けるとずいぶん楽になります．図17-30は親ねじピッチ1.5mmの例で，左端に60歯の歯車をつけています．1歯分回せば往復台は1.5mm÷60＝0.025mm送られますから，1mm動かすには1mm÷0.025mm＝40歯回せばよいわけです．そこで，40歯の歯車を噛み合わせてその一つの歯溝に印を付け，ここに1回転ごとにピンを落してストップをかければ工作物は望みの1mmごとに停止します．目盛を毎回読まなくてもよいので読み違えの心配がなく，少々長い目盛でも疲れません．

どの方法をとるにしても，良い結果を得るためには；

①調節構造になっているならば，送りねじナットの遊びを調節しておく（第2章「送りねじナットの調節」参照）．

②親ねじダイアルは常に同じ方向に回して合わせる．回し過ぎたら充分に戻してやり直す（第9章「ダイアル目盛の使い方」参照）．

③目盛を切り始める前に必ず，往復台固定ねじをしっかり締めること．

などの注意が必要です．

割り出し歯車は金属製を使用して遊びのないように噛み合わせます．

この方法でスケール（物差し）目盛も切れます．ラックギヤも同様ですが歯切りの章で説明します．

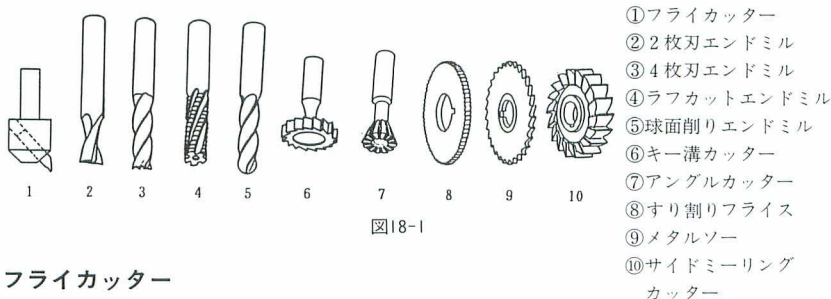
18. 旋盤でできるミーリング

旋削の場合とは反対に，刃物を回転させてこれに工作物を押し当てて削るのがミーリングです．機械部品はほとんどの場合ミーリング加工が必要です．一般には専用のミーリング機(フライス)がないとできないように思われていますが，加工寸法が大きくなければ旋盤でできます．詳細に書くと膨大になりますので基本的技術だけを説明しますから，簡単な仕事から順次範囲を広げてゆかれるのがよいと思います．

ミーリングカッターと使用例

図18-1は代表的なミーリング用カッターです．この他にもいろいろなカッターがありますが，ミニ旋盤で使える範囲のものを書いてあります．

図18-1

①フライカッター
②２枚刃エンドミル
③４枚刃エンドミル
④ラフカットエンドミル
⑤球面削りエンドミル
⑥キー溝カッター
⑦アングルカッター
⑧すり割りフライス
⑨メタルソー
⑩サイドミーリングカッター

フライカッター

回転軸を貫通して1本の刃を固定しただけの簡単な構造のカッターです．主として平面を削り出すのに使いますが，溝切りや歯車の歯切りもできます．1枚刃ですから，三爪チャックでくわえた場合の偏心や傾きに関係なく，刃先は常に回転軸に直角な完全な平面上を回りますから，他のカッターのように取付けに神経を尖らせる必要がないことが大きな特長です．また，簡単に自作でき，刃が傷んでもフリーハンドで容易に研ぎ直せるので経済的です．切削時間がかかるのと切削音がやや大きいのが欠点です．

図18-2はフライカッターの例で，左から順に，軸に直角な平面を削る，円筒面を削る，大きな面を削る，溝を削る，歯車の歯を切るためのものです．市販品はあまりありませんから自作の方法をやや詳しく書いておきます．

図18-2

刃はハイス完成バイトから作れば丈夫ですが，折れたタップ等も利用できます．図の左上隅に小さく書いてあるように四角い断面の刃でも丸穴で保持できます．丸断面ならリーマーを通して刃の外径にぴったりにしますと4mm押しねじ1本で充分止まります．穴径に余裕があり過ぎると把握が弱く回転中に抜け出す危険性があります．刃先を研ぐとき，小さくて持ちにくいので図18-3の即席の柄（ホルダー）を作り，これにはめてグラインダーで研ぎます．図18-4は折れたタップまたは完成丸バイトから作った場合の刃先の形です．回転軸に対して傾いているのでわかりにくいかも知れませんが，刃先以外の部分，とくに刃の裏側（B部）が出っぱって工作物に接触しないように逃げ角A，B，Cを作ることが大事です．ビビリの発生を防ぐためには，刃先をとがらせて工作物との接触幅を小さくすればよいのですが，オイルストーンですってごく小さいRをつけておかないと，きれいな切削ができません．よく切れない場合はカンカンというかん高い音がし，切れ味がよいとシャリシャリという感じの音がします．

図18-3

図18-4

ホルダーは快削鋼の丸棒などから削り出せばよいので説明するまでもないと思います．図18-2中央のように軸をねじこんでもよく，接着剤を塗ってねじこむと一層丈夫です．

写真18-5

図18-6

写真18-5および図18-6は三本刃の自作フライカッターで鋳物の肌を削るのに使います．刃1はもっとも回転半径が大きく，刃の突き出しが短く，荒削りを担当します．2は回転半径を約1mm小さくして1が削った跡をさらに削って中仕上げをし，最後にさらに半径が1mm小さい3で仕上げ削りをします．

加工例

写真18-7は鋳物を横に寝かせて底面を削っています．ボーリングテーブルを使い，2個の締め金で固定しています．写真18-8は半径の大きい自作のフライカッターで鋳物の平面を削っています．工作物は貫通ボルトで横送り台にじかに締めています．このような広い面積をエンドミルで削ると，バーチカルテーブルを使っ

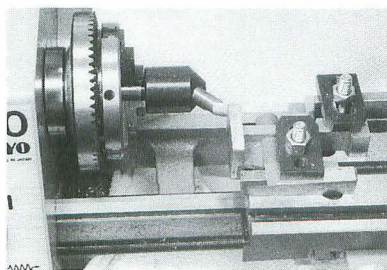



写真18-7

写真18-8

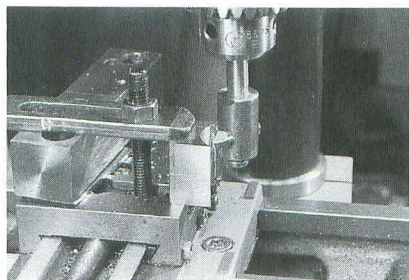



写真18-9

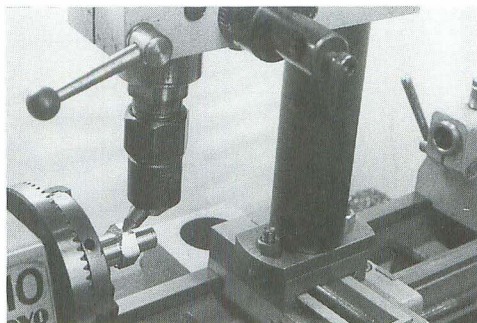
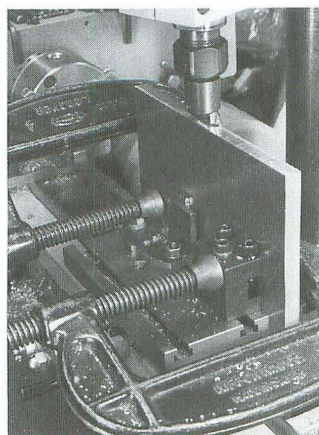



写真18-10

写真18-11

て工作物を上下させないとカバーできません．写真18-9はミーリングアタチメントにフライカッターをつけて真鍮（しんちゅう）材の円筒面を削っています．刃の出し加減で切削半径が決まります．写真18-10は鉄アングルや旋盤の刃物台を利用して10mm厚のアルミ板を垂直に立てて，大きなシャコ形万力で固定して端面を削っています．切りこみを小さくしてカッターを高速回転し，切削油を少しつけると非常にきれいな切削面ができます．工作物が薄い場合は両側から厚板で挟み，できるだけ上のほうまで締めてビビリや振動を防ぐようにします．

写真18-11はフライカッターを使って丸棒から六角棒を削り出しているところです．工作物は旋盤主軸にくわえて主軸割り出しをし，カッターはミーリングアタチメントにくわえていますが，ミーリングアタチメントを自由な位置に移動できるように往復台の上に立てます．小さな往復台の上に高い柱を立てるのでT溝にかかる集中力で横送り台が破損しないよう，2本のねじで固定する構造にしました．図18-12は取り付け具で，底板①と蓋③でミーリングアタチメントの柱を上下から挟み，ねじ棒②で締めて一体にします．そして2本の6mm角頭ねじ（Tボルト）で横送り台に止めます．ピンは切削力の反動で柱が回されて②のねじが弛むのを防ぐためのもので，柱を組立てから底板の3mm穴を案内にして柱の下端に受け穴をあけます．ピンは底板①に接着剤で止めるか，またはピンを旋盤にくわえてヤスリで軽くテーパーをつけ，底板側の穴だけ2.9mmにしてバイスで押しこみます．往復台や横送り台の遊びをていねいに調節し，切削中使用しない滑り面をクランプ(固定)しますと安定の良いミーリングができます．旋盤加工した工作物をチャックから外さずにミーリングできますから能率的で，くわえ直して精度を損なう心配もありません．

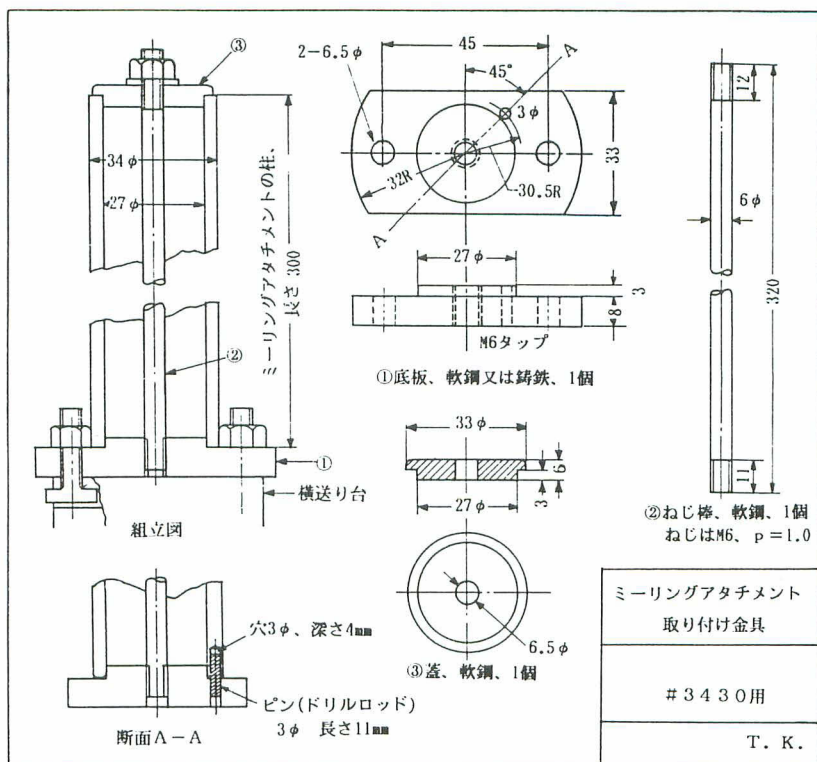



図18-12

エンドミル

エンドミルはもっとも使用頻度が高く種類も多いカッターです．その名のごとく端面に正面刃があるのが特徴ですが，もちろん，側刃を使ったり両方同時に使うこともできます．2枚刃～6枚刃があり，2枚刃は溝を切るのに使い(理由はあとで説明します)，4枚刃以上は主として側刃を使う仕事に使います．

他のカッターに比べると機械のガタの影響を受けやすく，切削面が荒れたり刃が欠けたりします．形が細長いので切削力に負けて撓(たわ)むので予定通りの寸法に削れない場合があります．詳しいことは後の「カッターの使い方」をご覧下さい．

2枚刃エンドミル

2枚刃エンドミルは刃数の多いエンドミルとは違った働きをするので外国ではスロットドリルなどと呼んで区別しています．図18-13は溝切り中の様子をシャンク側から見たところです．4枚刃は常に進行方向の壁に噛み合っている刃があるの

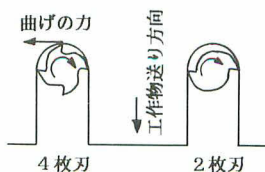



図18-13

で，これにかかる力の反作用でエンドミル全体が左へ撓むために，でき上がった溝の幅はエンドミルの直径よりも大きくなるのです.2枚刃はこの刃がないので溝幅を広げる力が働かず溝切りに適しています.ですから4枚刃で溝を切るときは曲げの力を減らすために切りこみを浅くして回数を重ねるか，溝幅より細いエンドミルを使用し，溝幅方向に移動させて繰返し削って幅を合わせます．溝側面の壁の仕上りは2枚刃のほうがきれいです.

もう一つの違いは，4枚刃以上のエンドミルは正面刃の中心部に刃がないので，ドリルのように軸方向には切りこめず，必ずあらかじめドリルで案内穴をあけておかなくてはなりません.2枚刃はドリルのように軸方向に切り進むことができますから，深い穴でなければいきなり垂直に切りこんでから横に送って溝を切れるのです.

荒削り用エンドミル

ラフカットエンドミルなどと呼ばれ，鋳物や鋼材を迅速に削り取るのに適しています．外観はタップに似ていますが強くねじれています．普通のエンドミルの2/3から1/2ぐらいの回転速度で，切りこみ幅も深さも大きくして，切削油を充分に供給して使います．キリコはコマ切れになるので詰まりが少なく，指に刺さったりしないので能率的です．側刃の削り跡には数条の痕跡が残りますが，端面の刃は非常にきれいな面を作ります．価格は高いがそれだけの価値があります.

加工例

写真18-14は3mm 真鍮板の端面をエンドミルの正面刃で削って正方形にするところです.工作物が小さいので刃物台にくわえて削ると簡単です.図18-15のように刃物台のバイト溝の奥壁とチャック面の間に平行定規の代わりに30ｃｍスケールを挟んで平行を見てセットし，高さを大体合わせるために工作物の下に板を挟んで(図のクイックチェンジ刃物台なら不要)工作物を奥壁に押しつけてくわえます．まず一辺を削ってから工作物を180°回して今削った端面を奥壁に押しつけてくわえて対辺を削り，次にこの辺にスコヤをあててチャック面に対して直角にセットして第三辺を削り，180°回して押しつけて第四辺を削ります.

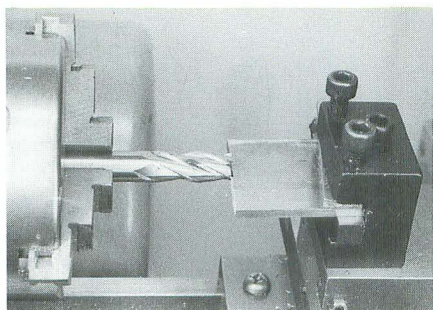



写真18-14

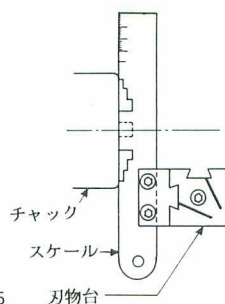



図18-15

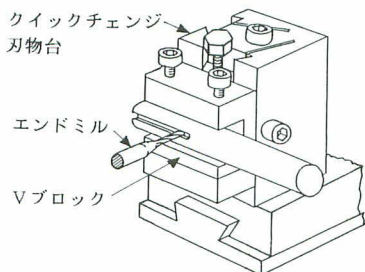



図18-16

写真18-17

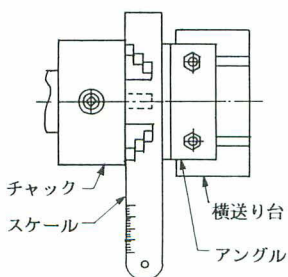
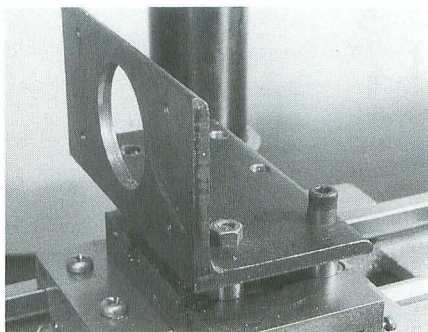
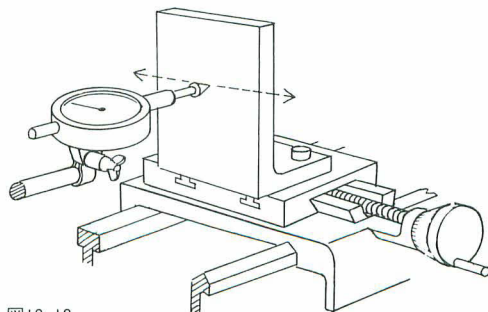



図18-18　図18-19

図18-16は2枚刃エンドミルでキー溝を掘っているところです．クイックチェンジ刃物台のバイトの位置に丸バイト用のVブロックを敷いて工作物を固定しています．高さを微妙に変えることができるので便利です．

アングルを利用して工作物を取り付けることもできます．写真18-17は市販の鉄アングルを切って直角に仕上げたものです．図18-18のようにチャック面との間にスケールを挟んでチャック面との平行を調べて固定します．図18-19のようにダイアルゲージで測定しながら，小さい真鍮ハンマーでアングルを軽くたたいて調節

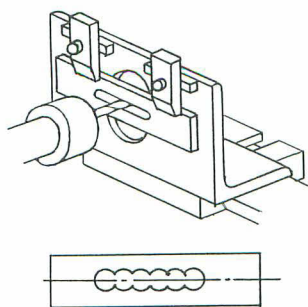



図18-20

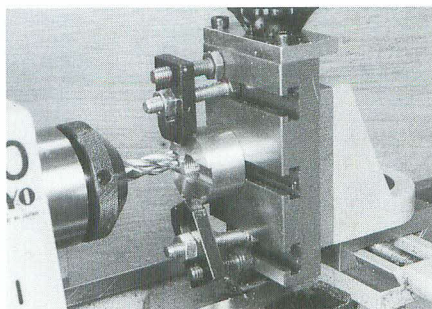



写真18-22

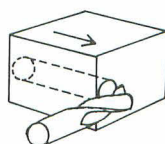
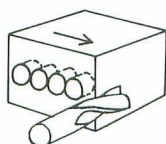
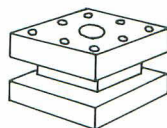



図18-21

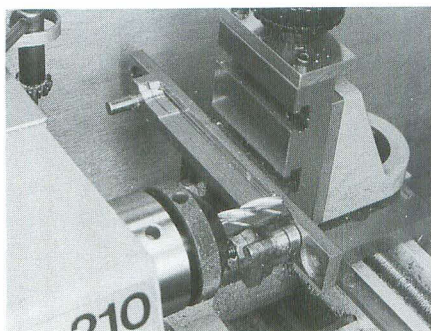



写真18-23

すればさらに平行精度が良くなります．図18-20は使用例で，側刃で長穴を切っています．加工を楽にするために図の下のようにあらかじめドリルで穴をあけて，これをつなぐようにミーリングしてもよろしいが，穴の境目で刃がひっかかりますからできるだけヤスリで凹凸を削り取っておきます．図18-21は四角刃物台を自作する場合の溝の削り方です．図の中央のように下穴をあけますと，前の例と同様に穴の境目でエンドミルがひっかかって刃が欠けやすいので，右図のように溝の方向に貫通穴をあけるほうがよろしい．

写真18-22は工作物をバーチカルテーブルに取付けて2枚刃エンドミルで溝を掘っています．テーブル面の平行のセットはアングルの場合と同様です．写真18-23はエンドミルの側刃で鋼板(模型蒸気機関車のサイドロッド)のプロフィルを仕上げています．工作物の穴ピッチに合わせて位置決めピンを立てた長い鋼板をまず

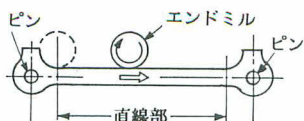



図18-24

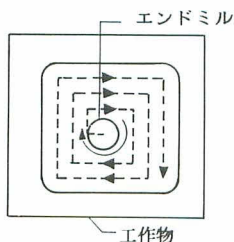



図18-26

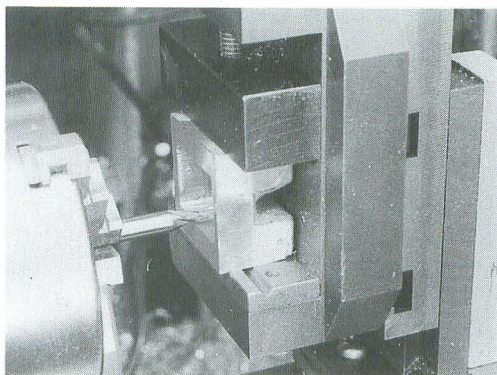



写真18-25

テーブルに固定し，これに工作物を止めてあります．わざわざこのような治具を作るのは無駄なように思われるかも知れませんが，位置決めや固定がしやすく，数多く反復加工する場合にはなおさら楽です．治具なしにじかに固定するとエンドミルの先でテーブルを削ってしまったりする心配もあります．図18-24のように両端の曲線部まで一気に仕上げると，曲線にさしかかったとき刃の当たり幅が急に大きくなるのでビビリが出ます．曲線部だけ先に仕上げておいて直線でつなぐと安全です．

バーチカルテーブルにミーリングバイスを取付けると小物の加工に便利です．写真18-25はエンドミルで四角い凹みを掘っている様子です．四辺を先に仕上げてから中を削ってもよいのですがカドでエンドミルが食いこんで形が崩れやすいので，図18-26のようにほぼ中央からスタートし，常に上向き削りを維持する方向に渦巻を描いて削って行きます．わかりやすいように図では工作物が静止していてエンドミルが動いて行くように書いてありますが，実際はこの反対の方向に工作物が動いて行くのです．この例のような深い凹みを1回で底まで削ることはできず，何回も繰り返してだんだん深くしてゆきます．なお，バイスのアゴの水平度を見るには写真18-27のようにテコ型ダイアルゲージを当てて調べ，例によって小ハンマーで修正します．

ミーリングアタチメントがあれば加工範囲が広がります．写真18-28は鋳物をボーリングテーブルの上にじかに据えつけて，細いエンドミルで切り欠きを削っているところです．キリコが下に落ちるので細かい細工でも刃先がよく見えます．写真18-29は2個のアングルで挟んだ鋳鉄に溝を削ってVブロックを製作しています．角度を出すために下にブロックを挟み，ブロック面と横送りの平行度をダイ

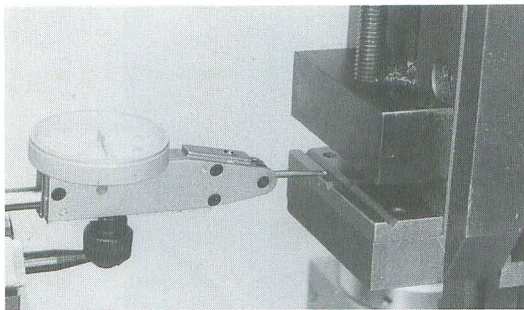



写真18-27

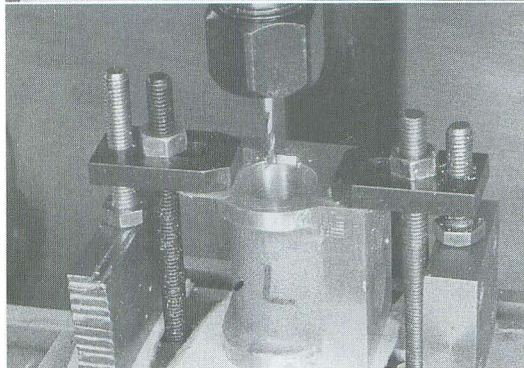



写真18-28

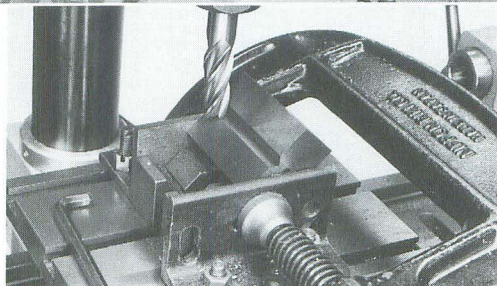



写真18-29

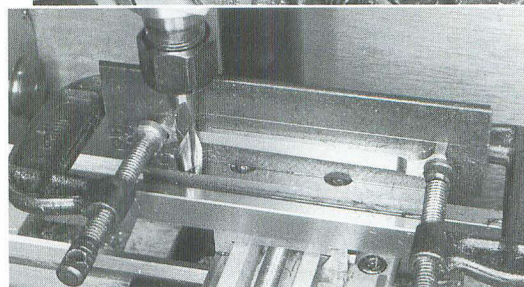



写真18-30

アルゲージでしらべて正確にセットしてあります. 写真18-30はミーリングテーブル上に長く丈夫なアングルを固定して，エンドミルの側刃でロッドの面を削って

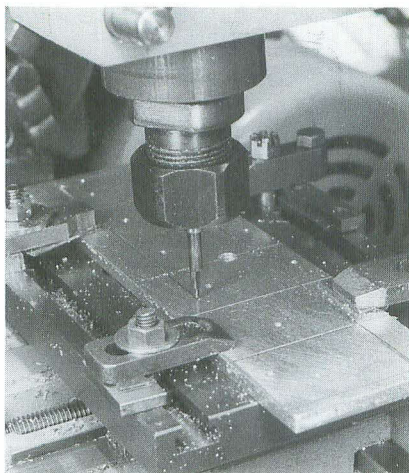



写真18-31

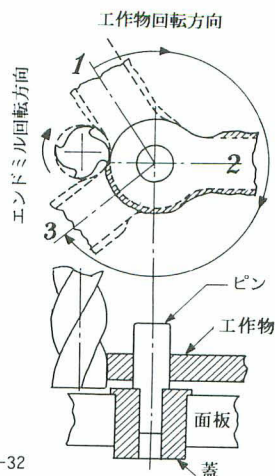



図18-32

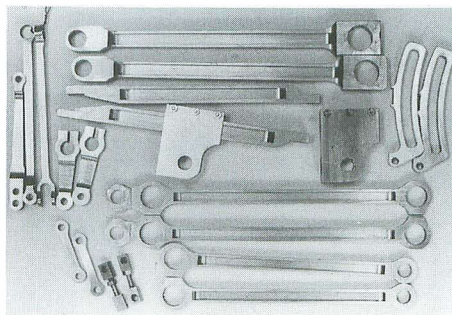
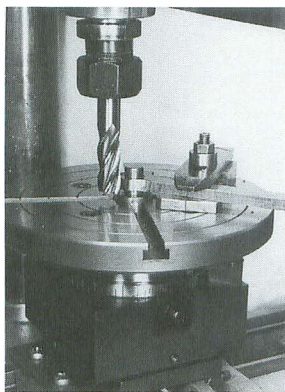



写真18-33

写真18-34

います. 写真18-31は自作カッターを使ってアルミ板に格子状にV溝を彫刻しているところです.

今までの例は直線のミーリングですが, 工作物を回しながらエンドミルをあてると円周が削れます. 図18-32と写真18-33は図18-24に似たロッドの端の丸い形を削っているところで, 図18-32下のように面板の中心に蓋を作り, ロッドの穴径に合わせたピンを立てて回転中心にしています. 回転台(ロータリーテーブル)の代わりに割り出し盤を利用して工作物を矢印の回転方向1→3に回します. 上向き削りが絶対条件です. このように積み重ねますと当然工作物の保持が不安定になりますから関係のない可動部分は固定し, また割出し盤の歯車が切削中のショックで傷まないよう, テーブルの回転をやや重く調節して使います. この写真のように直接式割出し盤の方が安全です.

写真18-34は模型蒸気機関車のバルブギヤ(蒸気弁を動かす装置)の部品で精密なミーリング作品です．頭の丸い部分はこの方法で削ってありますが，この他にキー溝カッターやエンドミルを使った溝切り，すり割り，円弧形の溝切り，曲線のミーリングなど各種の技法が使われていることがわかります．工夫次第でいろいろな曲線ミーリングができます．

キー溝カッター(キーシートカッター)

キー溝カッターはウッドラフカッターとも呼ばれ，図18-35左のような半月キーの溝を掘るのに使い，切りこみだけで深くしてゆきます．同じカッターを，切りこみを固定し，送りをかけると図中央のキー溝が切れます．キー溝は図右端のようにエンドミルでもできますが，溝端の形が違ってきます．

写真18-36はキー溝削りの様子です．この方法で割り出しを併用すればスプラインも切れるわけです．写真18-37は工作物の締め方を示していますが，T溝の位置の関係で，第7章で説明したようにあまり良い例とはいえません．

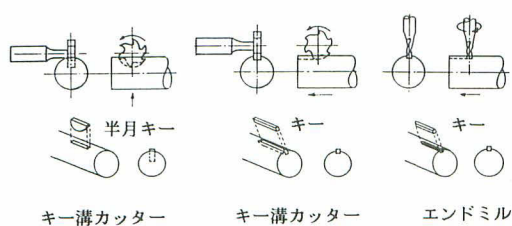



図18-35

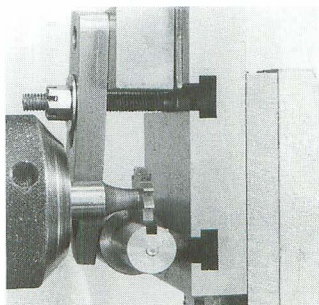



写真18-36

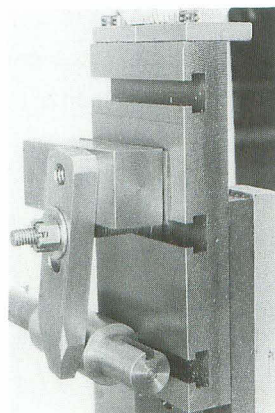



写真18-37

キー溝カッターはエンドミルに比べると直径が大きく刃数が多いので，大径のエンドミルやフライカッターの代りに面削りに使うと意外に便利です．

T溝カッター，アングルカッター

図18-38のように，エンドミルで掘った溝をさらに張出し部分だけを削ってT溝

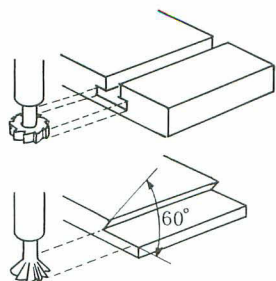



図18-38

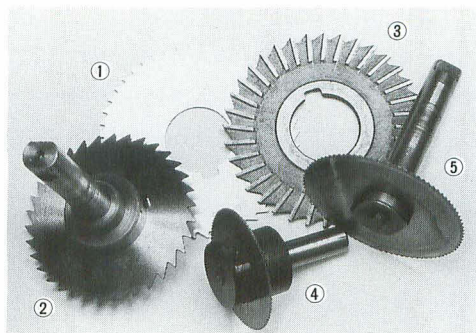



写真18-39

を作るのがT溝カッターです．キー溝カッターに似ていますが側刃がついています．アングルカッターは段差部の傾斜面を削って60°アリ溝などを作るのが主な用途ですが，他にも用途に応じていろいろな角度や形のものが市販されています．

メタルソー，すり割りフライス

丸ノコです(写真18-39)．狭く深い溝を切るとか切断に使います．木工用のようなアサリはついていませんが中心ほど薄く作られています．側刃つきもあります．外径は50，60，75mmなど，幅(刃の厚さ)は0.5mm以上いろいろあり，刃のピッチは4mm以上あります．刃数が多く刃が細かいものを「すり割りフライス」と呼び，ねじ頭の溝を切るなどに使われます．外径は45，70，90mm，幅は0.25mmという薄いものから3mm程度まであり，ピッチは1.6～3mm程度ですから深い溝切りの場合はキリコが詰まらないように気をつける必要があります．

小径のものには軸付きタイプもありますが，専用のアーバー(軸)にはめて使うよう穴のあいたタイプが普通で，穴径は13，16，22mm等のミリ系と，1/2インチ(12.7mm)，5/8インチ(15.875mm)，1インチ(25.4mm)などのインチ系があります．

既成のアーバーは尖端のナットが邪魔になる場合が意外に多いので頭を沈めた図18-40の構造で自作するとよろしい．薄い刃で溝を切る場合，刃の曲がりを防ぐために図18-41のように振れのない厚いワッシャで押さえます．振れや偏心を極力少なく，すべての刃が均等に当たるようコレットチャックか四爪でくわえるか，両センターアーバーで支えます．図18-42は両センターアーバー自作のための図で，ねじは振れのないように旋盤で両センター加工で切ります．写真18-43は刃厚0.3mmのすり割りフライスを両センターアーバーで支えて，バーナーのパイプに溝を切っているところです．

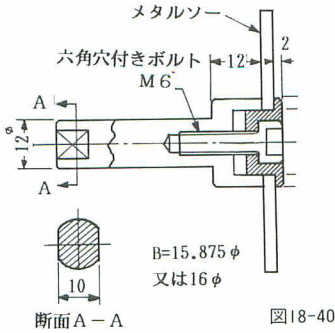



図18-40

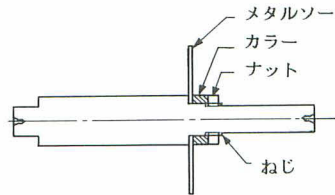



図18-41

図18-42

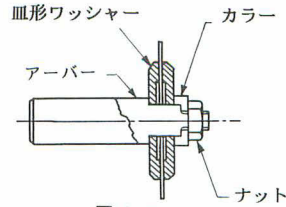
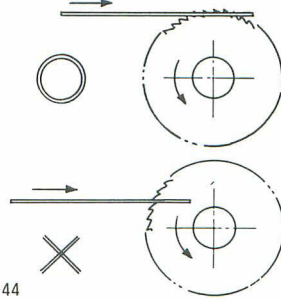
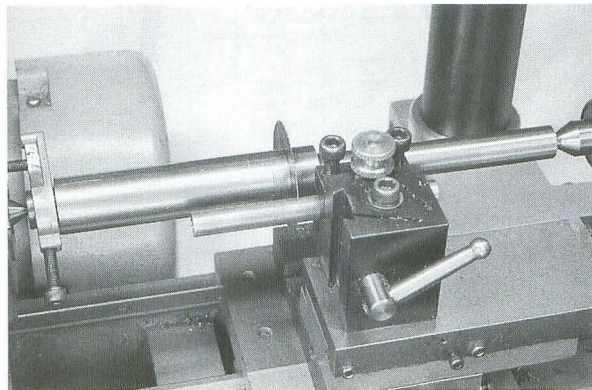



図18-44

写真18-43

すり割りフライスはかなり外径が大きくても小型機械で使えますが，メタルソーは外径75mm，刃幅3mm程度以上になると負荷が大き過ぎて無理です．たとえ使えても騒音が問題です．

必ず上向き切削の条件を守ることと，常に2刃以上が工作物に接していることが大切なので，薄板は図18-44のように切線に近い場所で切ります．図下のようにすると振動と騒音で作業ができないばかりか刃を損傷します．キリコが詰まると歯が破損しますから時々止めて掃除をし，アルミや軟鋼には必ず切削油を使ってキリコを流しつつ切削します．

カッターの使い方

上向き削りと下向き削り

ミーリングでもっとも大切な点は刃物の回転方向と工作物の進行方向(送り方向)の関係です．必ず図18-45左の「上向き削り」の状態で削るのです．上向き削りは，図からわかるように，前の刃が削った面(実線)とこれから削る面(点線)の間のクサビ型を，だんだん食いこみ深さを増しながら削ってゆきますから，切削抵抗も徐々に増加してゆくのでショックが小さいのです．写真例もすべて上向き削りをしています．ところが，カッターの回転方向は同じでも工作物の送り方向

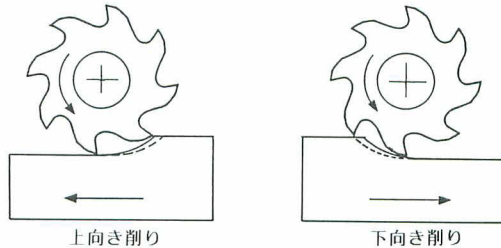



図18-45

を逆にすると図右の「下向き削り」になり，刃先がいきなり工作物の上に乗り上げるので突然大きな力がかかります．横送り台や往復台に遊びがあるとその分だけ急に引っ張られて，ガタガタと強い振動を起こして刃物も工作物も傷んでしまうのです．小型機械では下向き削りは禁物です．ただし機械の振動がなければ下向き削りの切削面は美しいので，最後の仕上げ削りに限り，切りこみを増やさずに下向き削りにすることがあります．つまり一方向に上向き削りをした後，切りこみ目盛にはふれずに反対方向に送って仕上げるのです．しかし刃先は工作物と摩擦している状態に近く，若干速く摩耗します．

回転数

ミーリングは旋削よりもはるかに条件が複雑で，機械の大きさや状態，加工の種類などによって適正な回転数には大きな違いがあって経験に頼る部分が大きく，単純に表現できないので，単なる目安として述べます．

ハイスカッターの場合，第9章バイトの式の8000を6000に置き換えて，

回転数＝6000÷カッター直径　　(軟鋼の場合)

と覚えます．真鍮は答の2倍，アルミは3倍にします．カッター直径とは刃先が回

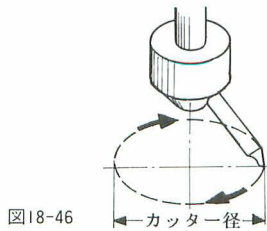



図18-46

転して描く直径で，6mm エンドミルなら6mm ですが，フライカッターなら図18-46のようになります．小型機械は剛性が低いので超硬エンドミルは使用できません．ヤスリや炭素工具鋼から自作したカッターを使う場合は上の答をさらに1/2倍します．

例；6ϕ エンドミルでアルミを削る．　　　　　6000÷6×3＝3000回転

　15ϕ のハイスフライカッターで軟鋼を削る．　　6000÷15＝400回転

　自作の20ϕ 炭素鋼キー溝カッターで真鍮を削る　6000÷20×2÷2＝300回転

あくまで目安ですから，これに近い速度を選べばよいのです．

使用機械にはない高速の答えが出たらその機械の最高速で我慢しなければなりません．カッター自体は計算通りの回転に耐えるとしても，機械がキャシャで騒音や振動が激しくて削れない場合，回転をさらに落すと解決する場合が非常に多いので，低速回転を出せる機械が有利です．

切りこみと送り

エンドミルの切りこみ幅(図18-47)はエンドミル直径の1/4，切りこみ深さは直径と同じ程度が限界で，2枚刃エンドミルで溝を切る場合の切りこみ深さは直径の1/2ぐらいが限界(右図)です．機械が充分頑丈で力があれば，切りこみ幅が深いほうが噛み合う刃数が多いので切削は安定します．しかし小型機械で鋼材をこの図の条件で削ることはたいていの場合無理ですから，調子良く削れないときは状況に応じて**切りこみ深さを小さく**し，**送り速度を落さず**に削ります．工作物が硬いほど，機械が弱いほど切りこみ深さを小さくします．送り速度を落すことは，カッターの摩耗を速めるだけで利益はありません．

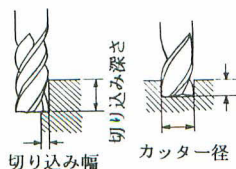



図18-47

なお，直径10mm 以下のエンドミルは，ほぼ直径に比例して送り速度を遅くしなければなりません．例えば直径5mm のエンドミルは10mm エンドミルの半分の速度で送ります．多刃カッターは刃数に比例して送り速度を上げることができます．

カッターの位置合わせ

カッターを切削開始位置に正確にもって来る方法はいろいろありますが，二，三の例を挙げておきます．工作物を動かす送りねじは第9章の「目盛の使い方」で述べたように，常に一方向に送って誤差を最小に押さえるように使います．

隙間を測定して合わす方法(図18-48)

ごく普通の方法です．丸棒にキー溝を切るとかギヤカッターで歯切りをする場合，スコヤとの隙間をノギス，マイクロメーター，厚さゲージなどで測って中央に来るよう調節します．

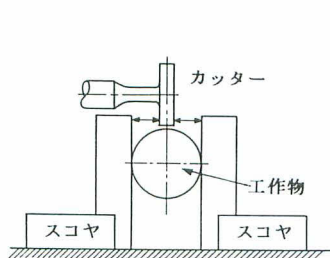
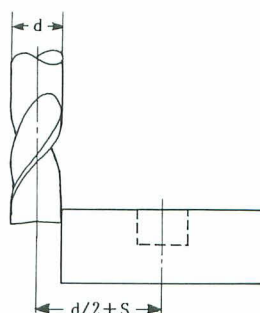



図18-48　図18-49

カッターの刃先から位置を決める

図18-49は工作物の端から測って角溝(点線)を掘るところです．刃先を手で逆回転しながら工作物を近づけて，刃にふれた位置でカッターを上に上げ，送りハンドルの目盛を頼りにさらにカッターの半径分 d /2だけ送ります．ここがスタート点ですから目盛をゼロに合わせます．さらにＳだけ送ると溝の中心位置に来ますから切削を始めます．ここで問題は「触れた」位置を正確に感じ取る難しさです．刃の撓(たわ)みや機械の遊びにごまかされるのです．触れた位置のダイアル目盛を覚えておき，いったん戻して今度はモーターで回し，きわめてゆっくり移動させて，触れる位置を再度慎重に探すと改善できます．たいてい前回よりも手前でカッターが触れるはずです．カッターの痕跡が残ると都合が悪い場合は，非常に薄い紙をツバか油で貼付けておいて，刃にふれて動いたときを接触点とする方法もあります．図18-26の四角い凹みを削る場合も同じように位置合わせができます．

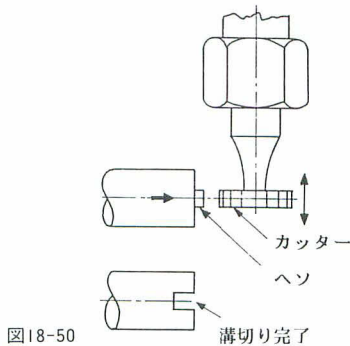
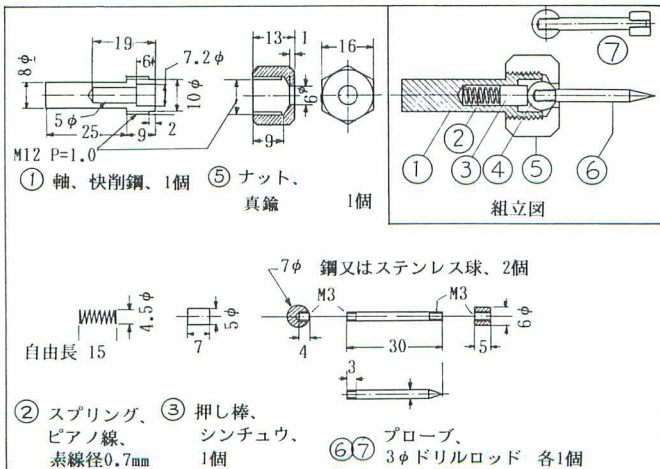



図18-50

ヘソで合わす方法

丸棒の真中に溝を切る場合は,特別の道具を使わなくても図18-50のようにあらかじめカッターの歯厚と同じ直径のヘソを削っておき，工作物を左右に動かして(ミーリングアタチメントの場合はカッターを上下に動かして)カッターとヘソを合わせます．ミーリングを開始するとヘソは削り取られます．必要ならルーペを使いますと精度もよく，簡単ですが利用価値の高い方法です．キー溝を掘る場合にも応用できます．

センターファインダーで合わす方法

カッターの回転中心を示す道具です．図18-51のように簡単に自作できます．⑥のボールは，鋼球なら赤く焼いてゆっくりさまして焼きなましてから穴をあけますが，ステンレスまたはブロンズの球ならそのまま加工できます．押し棒③は①

ミーリング用センターファインダー
図18-51

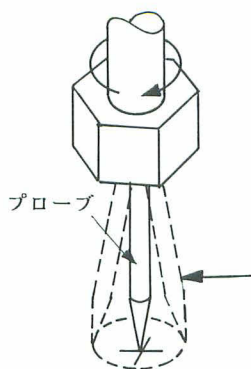
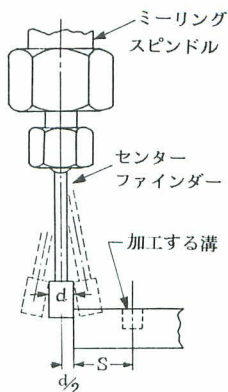



図18-52
図18-53

の穴にシックリはまり，スプリング②でやや強く球を押しておればよいのです．各部品の寸法はこの通りでなくてもよいのですが，使用するカッターに比べてあまり全長が長いと不都合が起きます．

使い方は，工作物に加工場所の中心線をケガいてからテーブルに取り付けます．コレットにカッターをくわえる前にこのセンターファインダーをくわえます．モーターを回すと図18-52の点線のようにプローブが振れます．スケール(金属製物差し)などのエッジでプローブの先を軽く押します(矢印)と振れがなくなって,実線で示したように，あたかも静止しているように見えます．このとき針の尖端はカッターの回転中心を指しているわけですから，モーターを止めてスピンドルを下げて針先を工作物に触れないようスレスレに近づけ，テーブルを動かして工作物のケガキ中心線をこれに合わせます．これでケガキ線をカッターの中心に一致させることができたわけですから，カッターにはめかえて加工に移ります．

工作物のエッジを基準に寸法を出す場合は,図18-53のように円筒形プローブにつけ替えて回転し，工作物を送ってプローブを静かに押して振れをなくします．さらに送りハンドルを回して円筒の半径分だけテーブルを進めるとエッジがカッターの中心に一致するわけです．

切削時の注意

工作物の取り付けも非常に大事なことですが写真例でおわかりと思いますので省略し，一部重複しますが一般的な注意をまとめておきます．とくにエンドミルは注意が必要です．

①大量に削り取る場合はあらかじめドリルやヤスリで余分な肉を取っておく．

②刃の欠けた刃物を使わない．

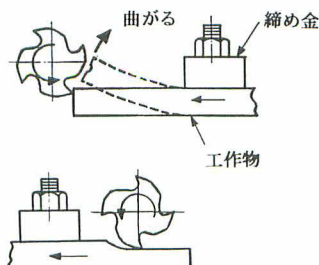



図18-54

③繰返しますが，必ず上向き削りをする．

④機械の振動が大きい時は回転数を下げる．

⑤溝削りの場合，最初に工作物に切りこむときと切り終わって工作物を離れるときに，刃がひっかかって損傷しやすいので送りを遅くして慎重に扱う．

⑥薄い工作物に段差削りをするとき，図18-54のように刃の力に負けて工作物が曲がったり，傷がついたり，エンドミルが折れたりすることがある．切削開始点の近くを押さえるか，もっとよいのは図下のように工作物の向きを逆にする．

⑦切削油は惜しみなく使う．

フライカッターとエンドミルの比較

旋盤で大きな平面を削るときフライカッターとエンドミルのどちらがよいのでしょうか．工作物面全体をカバーする大きな回転半径のフライカッターで一度に削ると短時間ですむように思われますし，仕上り面に段差ができないので喜ばれます．しかし，実は誇張図18-55のように切削面は非常に大きな半径の雨樋(あまどい)型に凹むのです．削った面をヤスリでこすって見ればわかります．確かにフライカッターは一平面上を回っていますが，旋盤が中凹みに削れるように作られている結果

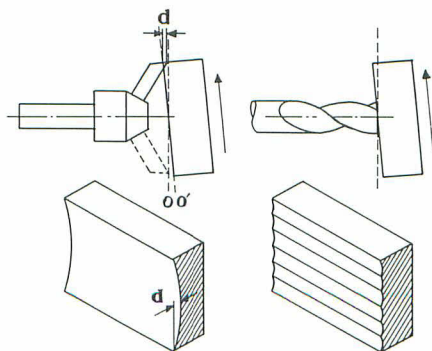



図18-55

です(p.87, 図9-31参照). 同じ面をバーチカルテーブルに取りつけてエンドミルで削ると切削面はさざ波状になり, 一見フライカッターの面より劣るように見えますが, カッター径が小さいため樋形の程度つまり凹凸の程度が小さく面精度はかえって良いのです. 結論として, 単にきれいな平面でよければフライカッターが経済的で, 平面精度が問題の場合はエンドミルが良いのです. この問題は旋盤主軸にカッターをくわえて横送り台を動かして削る場合だけで, 正しくセットしたミーリングアタチメントや専用ミーリング機なら起きません.

ミーリングのアクセサリー

ミーリングバイス

ミーリングバイスは工作用のバイスとはまったく違い, 精度良く作られています. ヤスリがけ仕事や折り曲げ仕事に使ったり, 手荒に使ったりしてはなりません. また図18-56上のように片締めをすると変形して二度と平均した力で締められなくなります. やむを得ないときは下図のように同じ厚さの物(斜線)を反対側に挟んで平行に締めます. 幅1センチぐらいの, きわめて薄い丈夫な紙を両アゴで強く挟んで引っ張ってみますと, 抜けるかどうかでアゴの締まりの悪い場所がわかります.

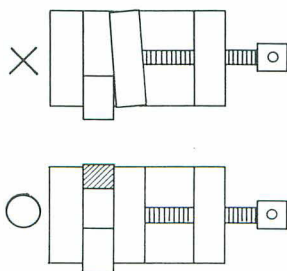



図18-56

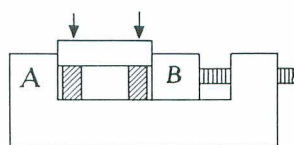



図18-57

工作物がアゴの面より低いときは, 角鋼材の切れ端や角形完成バイト等を利用したカマセ物をはかせて高くします(図18-57). そして工作物を矢印の場所で軽くたたいて, カマセ物が動いたり抜けたりしなくなれば工作物が落ち着いたことがわかります. 矢印の中間をたたくと工作物の弾性のためにいつまでしても落ち着かないものです. アゴにV溝が切ってあると, たたいても落ち着かないことがありますから, V溝をまたぐように厚い真鍮板などを挟んでV溝の影響をなくしてから締めます. 表面が凸凹な鋳物などの工作物は, 一つの面を仕上げてからこの

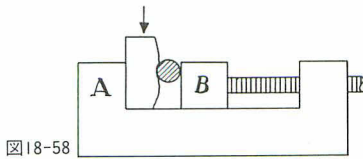
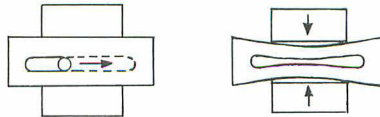
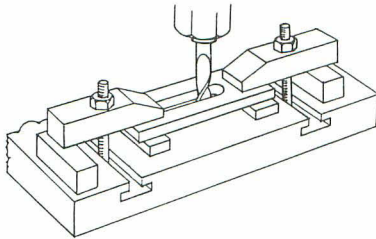
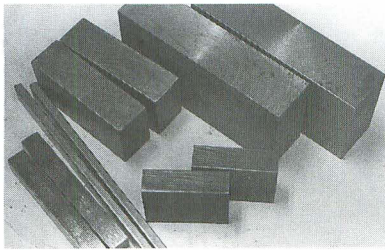
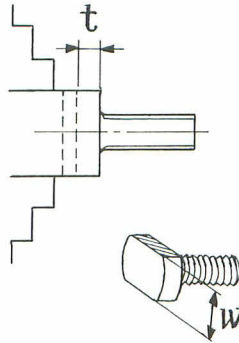



図18-58
図18-59
図18-60
写真18-61
図18-62

面を図18-58のように固定アゴAに押しつけ，移動アゴBとの間に丸棒，球などを挟んで締めますと平均した力でAの面に押しつけられ，軽くたたけば落ち着きます．

アゴ幅より長い穴をミーリングであけると，削り終わりに近づくと潰れたり（図18-59）把握力が抜けて飛ばされるので危険です．バイスを使わずに，板を敷いて締め金でテーブルに固定します（図18-60）．

長い工作物は同寸法のミーリングバイスを2個並べて締めます．写真18-10のように2個以上のアングルなどで固定するのも良い方法です．この写真のように背の高い工作物は，できれば上の方も支えますとぐっと安定が良くなります．

なお，ミーリングにはいろいろなサイズのカマセ物（挟み金）が必要です．その場におよんでからあわてて作るのは気が重いものですし，あり合わせを探す時間も馬鹿になりませんから，ついでのある時に角材を2個ずつ組にして適当な長さに切り，周囲のカエリを取り除き，うっかり素材と間違えて使ってしまわないように印をつけて保管します．写真18-61はその例です．

バイスや工作物をT溝に締めつけるためのTボルトはいろいろな長さが必要ですし，繰返し使っているうちに傷みますから，やはり暇のある時に作っておくこ

とをおすすめします.図18-62のように三爪チャックに快削鋼丸棒をくわえてねじ部を作り，厚さｔに突っ切り，頭をヤスリでＴ溝幅Wに削れば簡単にできます.丸棒の径はWの1.5倍ぐらいが適当です.ねじ部の根本に大きなＲをつけると締めつけた時にＴ溝のカドにあたって破損する心配がありますから注意します．頭とねじ部を別々に作ってロウ付けや半田付けしたものは長持ちしないので，面倒でもこのように一つ物に作ります.

バーチカルテーブル

バーチカルテーブルの使用で注意することは，テーブルの取り付け位置によっては工作物の全長が削れない場合があることです.図18-63を見ていただけば一目瞭然ですが，横送り台の可動距離Ｓ，工作物の長さＬ，カッター径ｄとすると工作物は(L＋d)だけ移動しなければならず，S>L＋dでなければなりません．図上のようにＢ位置にテーブルを固定して左へ送って削ると全長の2/3ぐらいしか削

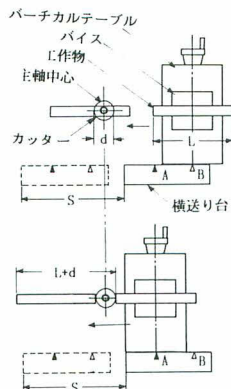



図18-63

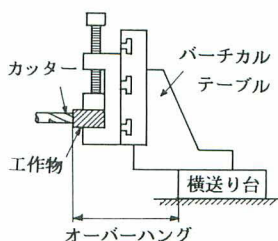



図18-64

ることができません．図下のようにＡ位置なら可能です.

もう一つの注意は,バイスをつけると図18-64のようにカッター刃先からテーブル固定点までの距離が非常に遠くなるので全体にガタガタして不安定になりますから強引な切削はできず，軽い切削に限定されます.

写真18-23ではこれら2点を解決できる良い位置を探し,横送り台に6mm タップ穴を2個あけてテーブルを固定しています.使わない時は短いねじをねじこんでキリコの侵入を防いでいます.

ミーリングアタチメントの注意

旋盤にミーリングアタチメントを取付けると(第1章図1-1)縦型の専用ミーリン

グ機(フライス盤)と同じ姿になります．カッター軸が垂直で使いやすく，工作物を載せるテーブルの動きが大きく，背の高い工作物の加工もできるから専用のミーリング機は必要ないと考えられがちですが，実は弱点もあるのです．専用ミーリング機とはテーブル構造が違うので，長い工作物はオーバーハングが大きく切削が不安定になり(図18-65) 期待に反して加工困難な場合があります．また支柱やミーリングヘッドの剛性が低いので，硬い工作物に対してふんばりがきかず重切削は無理です．ですからあまり力のいらない軽ミーリング専用と考え，工作物の可動距離(切削できる寸法)は，奥行きは横送り台の動き一杯，左右は横送り台の幅のせいぜい2倍以内で使えば無理がありません．そして；

①切削中に動かす必要のない柱，往復台，横送り台などはしっかり固定する．

②支柱のできるだけ低い位置で使用する．

③刃物やクイルの突出し(オーバーハング)を図18-66のように極力小さくし，良く切れるカッターを使う．

などの注意を払えば，アルミ，真鍮等の加工，軟鋼のちょっとした加工には大変便利なアタチメントです．

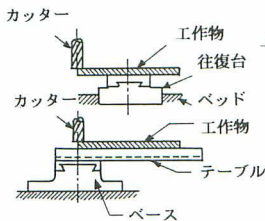



図18-65

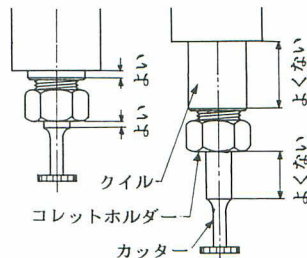



図18-66

ミーリングアタチメントの垂直調整

ミーリングアタチメントの主軸がテーブルに対して垂直でないと図18-55で説明したのと同じ現象が起きて正しいミーリングができません．無理なミーリングをしたり，何かのはずみにガツンと刃を食いこませたりすると，その時の力のかかり具合によっては意外に簡単に傾くことがあるのです．それが肉眼では判別できないほどわずかですと，気づかずにそのまま次のミーリングをして失敗するのです．ですから時々あるいは定期的に次の方法でチェックするのがよろしい．

図18-67のように横送り台の上に厚手ガラス板を置き，主軸にダイアルゲージをつけて手で1回転させてゲージの振れを調べます．ヘッドの傾きを調整して振れがゼロまたは最小になれば完了です．正しく調整して切削しますとキレイに交差したカッター目ができます．工場では「フライス目」と呼び，よい仕事かどうかの

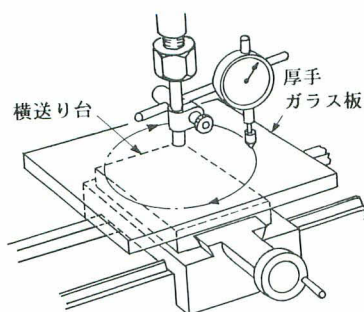



図18-67

目安にします．

垂直調整はかなり微妙で根気も要り，時間もかかります．一度調整したら常に垂直専用で使い，斜めに傾けるような使い方をしないほうが賢明です．ヘッドを傾けてミーリングする使い方は実際には利点が少ないのです．工作物のほうをバイスで斜めにくわえるか傾斜台を使うなどして傾けて，ヘッドは垂直に固定したままで削るほうがよろしい．

19. 歯車を作る

高精度の歯切り盤で切られた専門メーカーの立派な歯車が買えるのに，何をわざわざ手間をかけて自作するのかというご意見もあるでしょう．しかし歯切りはヤリ甲斐のある実に面白い仕事です．専門メーカー品並の精度は困難としても，実験装置や模型用の小型歯車ならさほど難しくなく，一度道具を作っておけば必要に応じて充分実用的なものが作れます．歯切りには割り出しが付きものですが第17章で説明しましたから重複しての説明は省略します．

歯車理論は筆者の専門ではありませんから，必要ならば専門書を見ていただくとして，時計以外の一般機械に使われる「インボリュート歯車」をミニ旋盤で切るテクニックに重点を置いて書きます．

歯の大きさを表す

歯の大きさがマチマチですと噛み合わないので，なんらかの方法で歯の大きさを決める必要があります．歯車の直径が同じなら小さい歯はたくさん並べられますから，直径を歯数で割った数字で歯の大きさを表すことができます．図19-1で

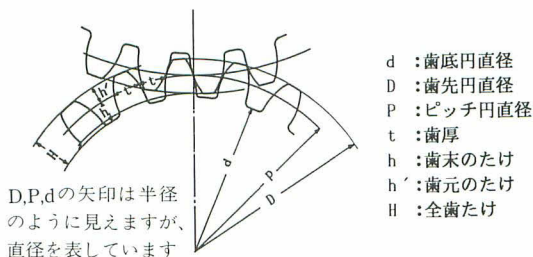



図19-1

いえばピッチ円の直径Pを歯数で割った数字で,「モジュール」と呼び，記号ｍまたはMであらわします．例えば，P=60mmの円板に120歯を切るとモジュールm＝60÷120＝0.5，同じ円板で60歯ならｍ＝1，歯数30ならｍ＝2，というぐあいに歯の形がだんだん大きくなります．市販品のモジュールは規格で統一されていて，模型には0.5，0.7，0.8…小型機械には1，1.25，1.5…などが使われます．これに噛み合う歯車を自作する場合は同じモジュール数に切らなければなりません．しかし市販品との噛み合いを考える必要のない，自分だけの歯車を切るのならモジュール数にこだわることはありません．例えばピッチ円直径40mmで60歯を切

ればモジュールは40÷60＝0.666…と半端な数になりますが，このモジュールで切った歯車どうしならば不都合なく噛み合います．

なお，いまだにインチを使っている英米の歯車は，理屈は同じなのですが，歯数をピッチ円の直径(インチ)で割った数字をD.P.(ダイアメトラルピッチ)という記号で表します．例えばピッチ円直径が2インチで歯数32ならばD.P.16です．D.P.規格のカッターで切った歯車とモジュール規格で切った歯車とは歯の寸法が違うので噛み合いません．

歯形

図19-2のように円板(基礎円といいます)の上のA点に1本の糸をピンで固定し，A-B-C-D-Eと巻きつけます．先端Eから解きほぐして行くとE-d-c-b-aの曲線を描きます．これをインボリュート曲線といい，この形に作った歯は図19-1のようにピッチ円上で常に接触しながら噛み合って行くのです．

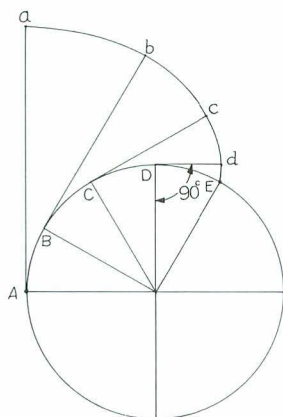



図19-2

同じモジュールの歯車を歯数順に並べて歯形を較べますと，多い物どうしでは目立たないのですが，歯数の少ないものとは歯形の違いが大きいことがわかります．

実際の歯車は曲線部分だけで接触するよう，歯先と相手の谷は少し隙間を空けるように作ります(図19-1)．ですからカッターの刃はその分だけ長くしてあります．

この他に「接触角」という重要な数字も関係するのですが説明は省略し，以下すべて，日本規格の20°として説明します．

平歯車を切る

歯を切るといっても，正しくは歯と歯の間の谷(溝)を削(けず)り落すことに過ぎません．量産される歯車は，ホブと呼ばれるねじ状の歯を持つカッターと工作物を，ちょうどウオームとウオームホイールのように噛み合わせて，両者を歯車で連動回転させつつ連続的に切削します．ですからもしホブが手に入ったとしても連動メカがなければ切れません．ミニ旋盤でも連動メカを工夫できないわけではありませんが簡単ではありません．そこで量産でない場合は，割り出し盤とインボリュートカッターを使って，一歯ずつ切って一周する方法で行います．能率は低いが特別の道具なしに手軽に切れるので，ちょっとした実験や機械の試作などによく利用されています．この方法は割り出し仕事の一つに過ぎず，正しい歯形のカッターを正しい深さに切りこめばよいのです．

インボリュートカッター

図19-3はこの目的に作られた市販のインボリュートカッターです．前述のように歯数が違うと歯形も少しずつ違うので，厳密にいえば無数のカッターが必要になるはずですが，実用上許せる範囲の誤差で整理して表19-4のように8個セットでカバーするよう作られています．歯数が少ないほど一つのカッターの受け持ち範囲が狭いことがわかります．

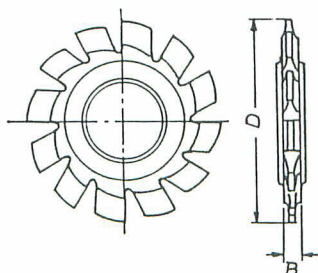



図19-3

カッター番号	歯数の範囲
1	１３５～ラック
2	５５～１３４
3	３５～５４
4	２６～３４
5	２１～２５
6	１７～２０
7	１４～１６
8	１２～１３

表19-4

カッターの自作

歯車を1個だけ製作するとか傷んだ歯だけを修理する場合，高価なインボリュートカッターを購入するのはとても不経済です．そんなときは応急にカッターを自作して行うことが多いので，二，三の例をご紹介しておきます．

フライカッター

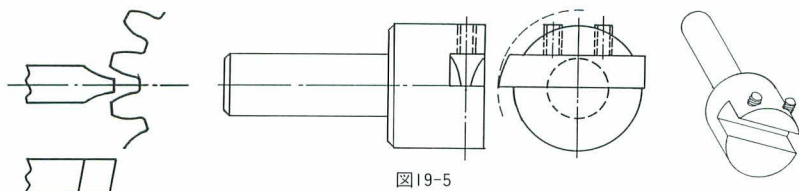
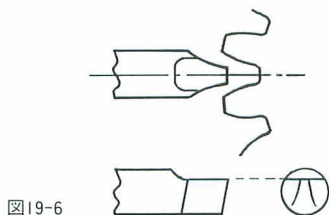
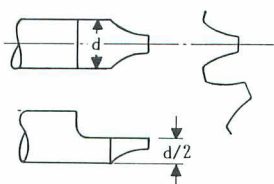
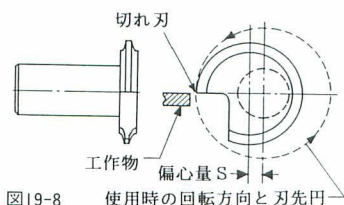
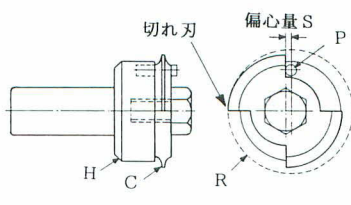
4〜5mm角の完成バイトを研いで図19-5のように作るのですが，切りたい歯数に近い既製歯車をゲージにして，ルーペでのぞきながらできるだけ忠実に同じ歯形になるように研ぎます．刃先も側面も逃げ角をつけて研ぎ，最後にオイルストーンで周囲を仕上げます．歯形の中心線が傾いたりずれたりしてはなりませんからフリーハンドで行うのは意外に根気が必要です．ホルダーは ϕ14〜16ミリぐらいの快削鋼丸棒から削り，図右のように刃の上面がちょうど直径線上に来るように角溝を切って2本の押しねじで止めます．点線で示した刃先円以内になるよう充分な逃げ角が必要です．図19-6は完成丸バイトまたは折れたタップから作る場合です．歯の水平部分(点線)がホルダーの直径線上に来るように取り付けます．図

19-7は成形が大変楽にできる作り方で，ドリルロッドを旋盤にくわえてバイトであらましの形を作り，ゲージにする歯車をあてがってルーペでのぞきながらバイトとヤスリで形を整えます．図のように縦に半分削り落して焼き入れ焼き戻しをし，削り落した面だけを砥石でていねいに研ぎます．ただしこの刃はあまり丈夫ではありませんから軟質材料の歯車に適しています．図19-8は図15-6の姿バイト

写真19-10

寸法例	m=0.8	m=1.0
D	20	26
L	18	22
φ	8	8～10
B	15	18
S	M4押しねじ	〃

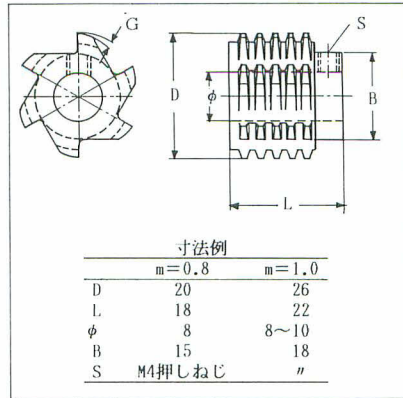
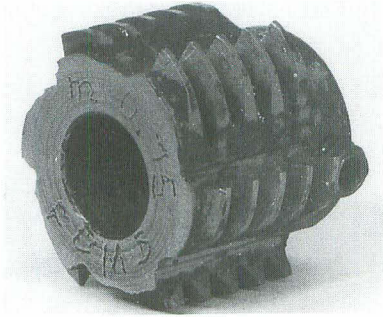



図19-11

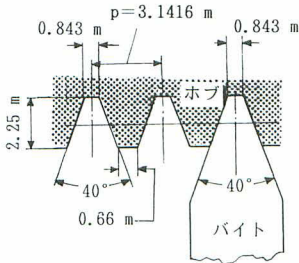



図19-12

と同じやりかたです(柄の向きは反対です). 第21章の姿バイトの作り方を参照してください. 製作に手間がかからず丈夫です. 軸が偏心しているので自動的に逃げ角がつきますが, 偏心量Sは厳密に考える必要はありません. 図19-9はゲージ鋼板を蝶々形に切り抜いて中心穴をヤトイにはめて刃を削り, 焼き入れします. 使用するときはホルダーHにsだけ偏心させてボルトで止めますから, 前例と同様に逃げ角ができます. ピンPで駆動します. 歯が傷んでもはめ替えて4回使用できます.

自作のホブ

切る歯数の範囲が広い場合は, 前に述べたように, ホブが望ましいのですが, 旋盤にかなりの工作をほどこさねばなりません. 手軽な方法を模索していたところ, 平行歯のホブでも切れるという記事*を見ました. ずいぶん思い切ったアイデアですが, これをヒントにあとは筆者の考えで真鍮(しんちゅう)歯車を十数個切ってみました結果, モジュール1以下程度の小型歯車なら充分実用的に使えることがわかりました.

ホブの外観は写真19-10, 寸法は図19-11で, 図19-12は歯形とこれを切るバイト

* R.L.Tingy;Cutting Gears on the Unimat. Mod.Eng. 1977, p.128. M.A.P.Ltd.

の拡大図で，切る歯車のモジュール数 m を図中の数字に掛けると各部の寸法が出ます．ホブ製作の詳細は第21章を参照して下さい．

前述のような連動メカは不要で，1歯ずつ割り出してインボリュートカッターと同じ方法で切ります．1枚刃ではないので同時に隣の歯の一部も切る点が違います．切った歯形はインボリュート曲線に近いが，多数の直線でできた角張った形です．歯数が少ないほど目立ちますが，使用するうちになじんで滑らかになります．

工作物の準備

歯切りに取りかかる直前の姿に削った工作物をギヤブランクといい，歯切り開始前に必要数作っておきます．外径(直径)は；

　外径＝(歯数＋2)×モジュール

で計算します．例えば，歯数30，モジュール0.75とすると，

　外径＝(30＋2)×0.75＝24ミリ

となります．回転振れがないよう軸穴には最大の注意を払い，リーマーで仕上げます．先に押しねじをつけておきますと後の加工に便利です．

歯切り

図19-13はミニ旋盤でする歯切りの典型的な例です．横送り台の上に割り出し盤を立ててチャックを付け，ブランクをくわえています．ミーリングアタチメントにカッターをくわえて工作物と直角に噛み合うようにします．2.25m だけ切りこんで親ねじで往復台を左右に動かして1歯を切り，割り出し盤を1歯分回して次の歯を切ります．写真19-14は，工作機械用のベークライトの D.P.20(モジュール1.27に相当)歯車を2個自作するために，ブランクを2個重ねてヤトイにはめてこれ

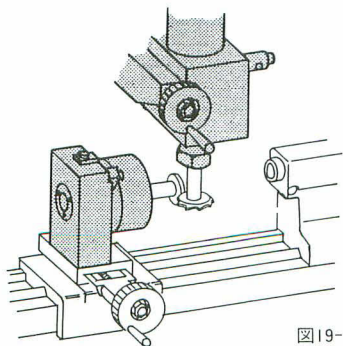



図19-13

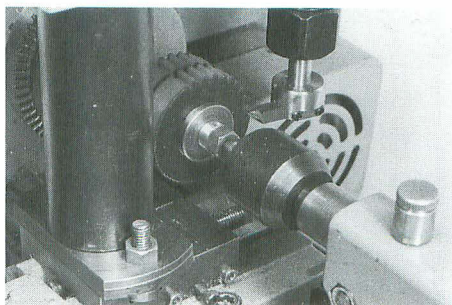



写真19-14

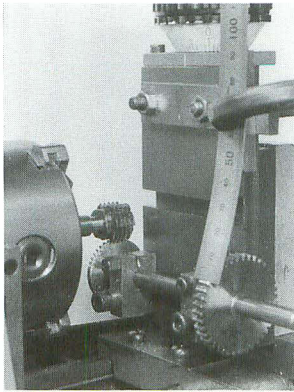



写真19-15

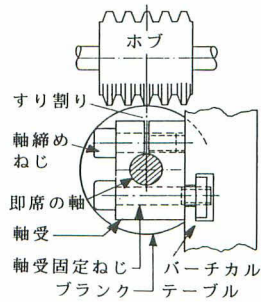



図19-16

を旋盤主軸で割り出し，ミーリングアタチメントにつけたフライカッターでを切っているところです（ミーリングアタチメントの立て方は前章写真18-11および図18-12参照）．写真19-15は写真19-10のホブを旋盤主軸につけて切っています．ホブが振れずに回転することが重要です．もっとも確実なのは，チャックに丸棒をくわえてホブの穴径にぴったりのヤトイを削ってホブをはめます．即席の軸と真鍮角材で作った簡単な軸受でブランクを保持していますが，この軸受は1個所を溝割りして軸を締めて固定できる構造になっています（図19-16）．旋盤主軸に直角に合わせるには，バーチカルテーブルに固定してから軸にダイアルゲージをあて，横送り台を前後に送っても振れなくなるまでテーブル全体を動かして調整します（バーチカルテーブルの構造によって多少違います）．軸の左端にはブランクをナットで止め，右端には割り出し板の代わりに歯車をねじ止めします．写真では割り出しピンの代わりに板バネでパチンパチンと止めています．このバネは厚くて丈夫なものが必要で，ここでは少々乱暴ですが15cmのステンレススケールをシャコ万力で固定して代用しています．カッターとブランクが接触した位置でテーブルの上下送りダイアルをゼロに合わせます．ブランクがホブよりも奥に位置するよう横送り台を移動し，バーチカルテーブルを（ダイアル目盛を使って）切りこみ深さだけ上に上げて固定します．主軸を回転させ，横送り台をゆっくり手前に引きますと歯が切れます．そのまま戻り切削をしながら奥に戻します．これで1歯完了です．この手順でやれば上向き削りになります．軸受を緩めてパチンと1歯送り，軸受けを締めて次の歯を切ります．こんな簡単な仕掛けで結構実用的な歯車が作れます．

このようにいろいろな方法がありますが，どの方法で切るにしてもブランクの中心線とカッターの中心線が一致していないと歯が傾いてしまって歯車になりま

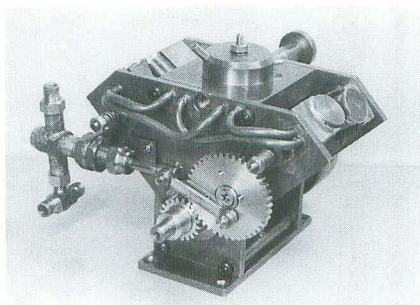
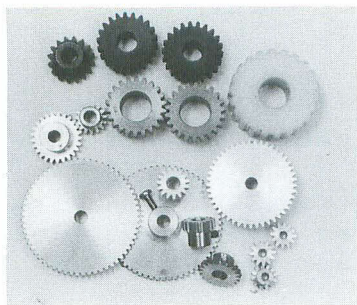



写真19-18　J.グンナーソンの設計
(Live Steam Apr.－Aug.1978)

↖ 写真19-17

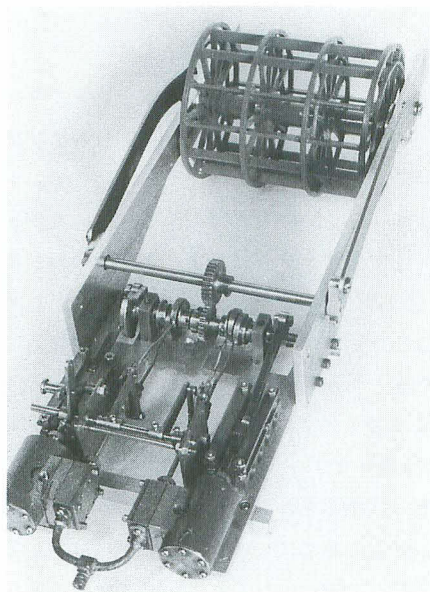



写真19-19

せん.インボリュートカッターの場合は前章の図18-48のようにスコヤを使って位置を決めます.図18-50のようにヘソを作って合わせるのも簡単で案外正確です.写真19-10のホブは図19-16のように中央の歯に合わせます.

歯数17歯以下の歯車は,歯の尖端が相手の歯の根本に衝突するので嚙み合いが浅くなります.歯切りのときに切りこみを加減して故意にピッチ円から下の部分を削り取りますとこれを避けられます.これをアンダーカットと呼びます.

写真19-17は模型および工作機械用に自作した歯車の例です.歯のかどを面取りしてあるので歯形がよく見えないのが残念です.写真19-18は4気筒蒸気エンジンの自動給水ポンプの駆動,写真19-19は外輪船模型(未完成ですが部品は六角ボルトも含めてすべてミニ旋盤で製作)の駆動に利用したところです.

ラックを切る

ラックは歯車の回転運動を直線運動に変える場合に使われることはよくご存じの通りです．歯形は単純な40° の台形で，平歯車の場合と同様に0.25mの隙間を保って図19-20のように噛み合っています．カッターは図19-21のようにします．専用カッターの自作も難しくはありませんが，中ぐり棒を利用したフライカッターで充分切れます．

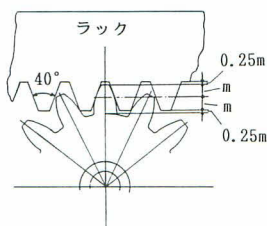



図19-21

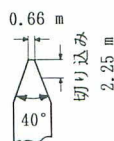
図19-20

いろいろな切り方

写真19-22はもっともミニ旋盤向きの方法です．工作物(ラックの材料)は8×8ミリ，真鍮角棒で，押さえしろだけ長くしておいて後で切ります．横送り台にバイスを置いて挟むと高過ぎて加工できなかったので，ボーリングテーブルを使い，適当な高さになるように角鋼材をかませて固定しています．仮止めして側面にダイアルゲージを当て，往復台を左右に動かしても振れなくなるまで真鍮ハンマーで軽くたたいて平行を出して固定します．

折れたセンタードリル(直径5ミリ)を研いで作ったモジュール1用の刃を中ぐり棒につけ，刃が垂直な位置で工作物に軽く接触するまで押し出して固定します．中ぐり棒を半回転して刃を上に向け，第11章図11-7の要領でさらに切りこみ深さ

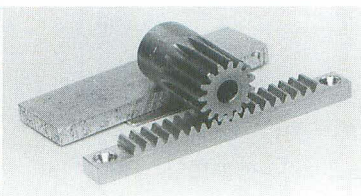
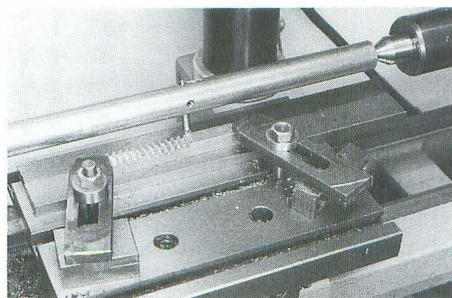



写真19-23

写真19-22

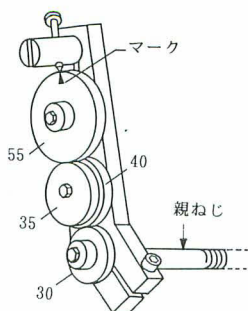
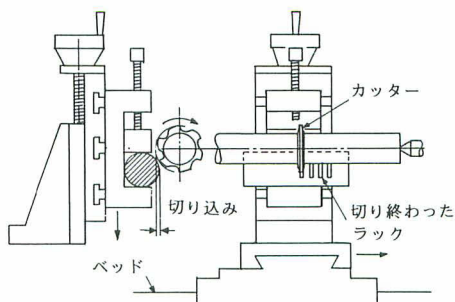



図19-24　　図19-25

だけ押し出します．中速で回し(写真例は260回転)，横送り台を前後に1往復して1歯目を切ります．写真ではカッターがよく見えるように主軸を逆回転にセットしていますから往路は手前から奥へ送っています．往復台を1歯分(1ピッチ)送って固定し，次の歯を切ります．写真19-23はでき上がりです．

計算されればすぐおわかりのように，ラックのピッチ＝mπ(但し π＝3.1416)となり，例えばモジュール1の場合3.1416ミリで，常にこのやっかいな数字が付きまといます．これをダイアル目盛で反復して読むのは大変神経が疲れます．実際，読んでいる最中に電話が鳴って思わず手を休めたら目盛がわからなくなってしまい，測定し直したのですがそこだけピッチが狂って大失敗した経験があります．そこで第17章の図17-30の仕方を利用すると楽です．幸いなことに，π は分数で近似的に表すことができ；

$$\pi=\frac{22}{7}\fallingdotseq 3.14285$$

ですから，親ねじピッチ1.5ミリの旋盤でモジュール1のラックを切るとしますと，

$$\frac{\pi}{1.5}=\frac{22\times 2}{7\times 3}=\frac{55\times 40}{35\times 30}$$

となり，図19-24の配置になります．55歯がカウントギヤーで，1回転するごとにマークの位置にピンを噛み合わせばよいわけです．ピッチ誤差は3.1416−3.14285＝0.00125ミリ即ち10歯につき12.5μ(1000分の12.5ミリ)となり，特別に長いラックでなければ(親ねじの固有誤差を無視すれば)実用上は問題ありません．

図19-25のように横送り台上に横向けにバーチカルテーブルを固定して工作物を取付け，前後に動して切りこみ深さを調節し，バーチカルテーブルを上から下

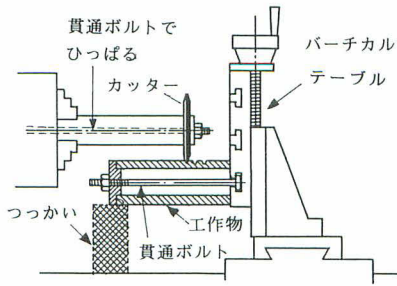



図19-26

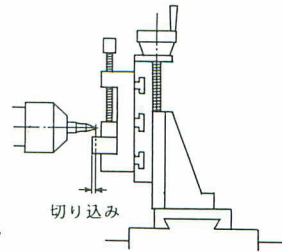



図19-27

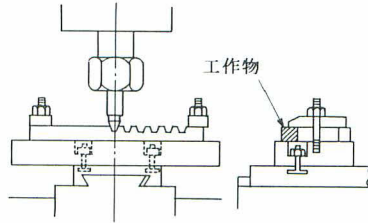



図19-28

に移動しながら切る方法があります．ぐあいの良い方法ですが，旋盤によって事情が違い，横送り台に充分なスペースがないとできない場合があります．

図19-26は穴が貫通している比較的短いパイプ状の工作物に切る一つの方法です．ミニ旋盤でも可能です．オーバーハングが大きいので図のように堅木か柔らかい金属のつっかいを尖端に挟さんでビビリを防ぎます．カッターアーバーは太く頑丈なものが必要です．

エンドミルを使ってもラックが切れます．図19-27は，バーチカルテーブルに固定した角材にラックを切る，いたってオーソドックスな方法です．図19-28のように，ミーリングアタチメントを使えば長いラックが切れます．横送り台の幅が小さくて工作物が突き出すので，ビビリを防ぐために丈夫な長い板またはミーリングテーブルを固定した上に工作物を固定します．問題はこのようなエンドミルの入手が困難で自作しなければならないことですが，40°の単純な台形ですから自作は容易です．第21章を参考にして下さい．

ラックの曲がり

金属の片(カタ)肉を削り落すと残った方がそり返ります．これは素材製造中の圧延，引き抜き，冷却などの工程でできた力が，加工によって開放されて発生する歪(ひずみ)で，削ってみて初めて気がつくことが多いのです．とくに引き抜き鋼材(磨き棒)に発生しやすいのです．比較的細い棒に歯形の大きいラックを切ると，まさに

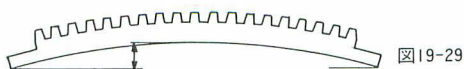



図19-29

この状態になり，図19-29(思い切って極端に誇張してあります)のように背中が浮き上がります．ですからもし両端だけを固定して歯切りすると歯溝が深くなるにつれて中央付近が宙に浮いて不安定になり，ビビリが出るし歯切り寸法も不完全になり，正しい噛み合いのできるラックにはなりません．ほとんどの場合，切った反対側が浮きます．そり返りの程度は材料の寸法や種類，製造工程の違い，切られる歯の大きさなどで違ってきます．写真19-23は短い(80ミリ)ので問題になるほどの歪(ひずみ)は出ませんでした．鋼材は削る前に焼きならしをすれば軽減できます．確実な手段としては歯に対して充分大きい断面の材料を使うよう設計するか，それがダメなら仕上り寸法よりも若干大きい材料を使い，歯の深さが仕上りの70%程度になったら取り外して底と上面をミーリングで正しい直線に削り，ふたたび取り付けて仕上げます．2個を背中合せにハンダ付けして，歯切りしてから離すのも結果が良いようです．

ウオームギヤとウオームホイール

タップとダイスで切る方法

なるべくピッチの大きい市販のタップとダイスを使って写真19-30のようにしてウオームホイールを切り，同じ径のダイスでウオームを切ることができます．正しい歯形ではないので歯車と呼ぶのは気が引けますが，なにしろ割り出し装置もカッターもホブもいらない簡便さです．でき上がったウオームホイールが1歯少

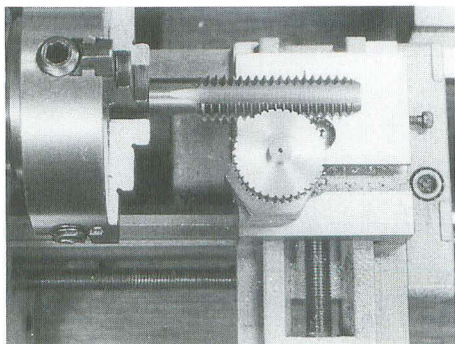



写真19-30

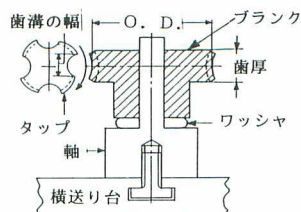



図19-31

なくなる場合があって，必ずしも予定通りの歯数にならないことと，強力な伝導には適さないことが欠点ですが，歯数比が大体でよく，あまり力がかからない模型の動力装置や実験装置の応急の減速装置などには結構役に立ちます.図19-31の軸を作って横送り台に固定します．写真の軸は頭部の平径24mm の六角ボルトを削って作りました．ブランクの歯厚中心が旋盤心高に合うようにワッシャの厚さを加減し，ブランクは自由に回転させます．タップをコレットまたは四爪にくわえて心出しして中速で回転します．横送り台を進めてブランクがタップに接触すると引っ張られて回り始めます．ここでグッと切りこみます．そろそろと切りこみますと前に述べたように歯数が少なくなる傾向があるようです．図の位置関係ですと常にブランクを押し下げながら切削しますからとくに抜け止めの仕掛けはいりません．写真のタップは外径1/2インチ，12山/インチです．写真19-32はでき上がった歯車です．ブランクの歯厚(図19-31）がタップの歯溝の幅より小さいと噛み合いが外れてブランクが回転せず歯が切れませんから，ブランクは充分な厚さにして，歯切りした後に必要なら薄く削ります．

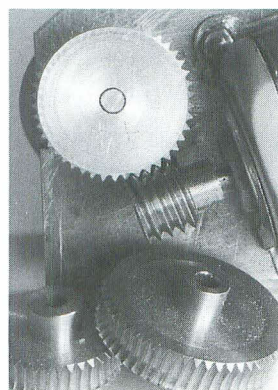



写真19-32

インボリュート歯形ウオームとウオームホイールの切り方

図19-33は規格のウオームとウオームホイールを噛み合わせた状態で,断面で見れば図19-20とまったく同じです.ホブとウオームの製作はねじ切り作業そのものです.

ウオームホイールを切るホブ

図19-11のものとは違ってねじれ歯で，外観はタップに似ています．第21章「ウオームホイール用ホブの作り方」に自作法を書きましたが，一般のねじとは形も

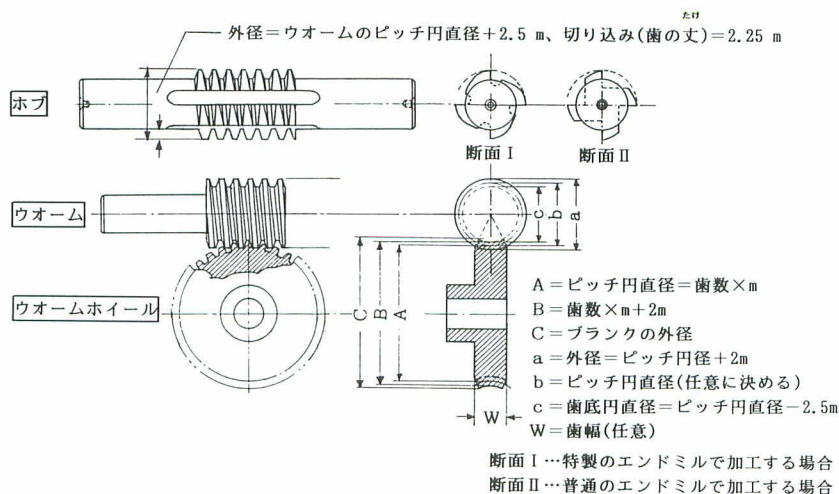



図19-33

違い，山の寸法も大きいので旋盤で切ります．玩具用など，とにかく噛み合えばよいという場合を除き，原則として使用するウオームと同じピッチ円直径にし，歯先の隙間を作るため外径だけを0.5×m(ミリ)大きく作ります．図のようにセンター穴を設けてセンターで押して使います．なお，ピッチが同じですからこの時にウオームも削っておくと能率的です．

ウオームの製作

軟鋼，砲金，真鍮などで作ります．ホブを切るときのねじ切り用歯車の組合せ(第21章)をそのまま使い，バイトは図19-21のものを使います．メーカー品のピッチ円直径(または外径)はm＝0.8で12ミリ，m＝1で16ミリ程度になっています．直径があまり小さいと，ねじれ角がきつくなるので問題が生じます．

ブランク(ウオームホイール素材)の製作

材質は真鍮，アルミ，樹脂など，使用目的に従って選びます．模型用など力がかからない場合は薄い円板でもよろしいが，一般的には図19-33右下の断面形ですから，ブランクの外径CはBよりも若干大きく必要です．

荒削り

本格的にウオームを切るにはホブとウオームホイールとの間を連動機構で結ぶのですが，本切削にかかる前に，割り出してメタルソーかフライカッターで荒削りしておくとこれがなくてもできます．その上，ホブにかかる負荷も軽くなります．ですから普通の意味の荒削りとはちょっと目的が違うのです．図19-34のよう

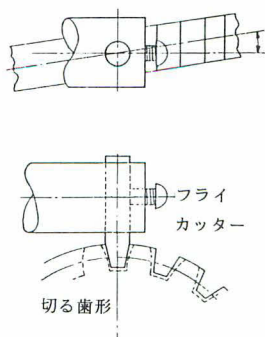



図19-34

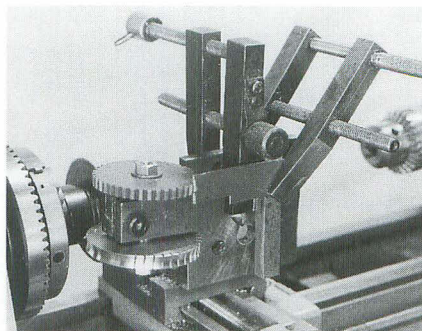



写真19-35

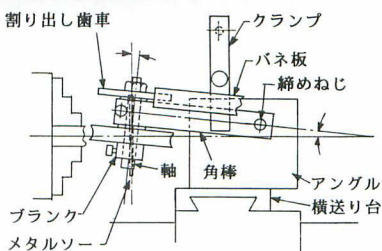



図19-36

に傾けて噛み合わせて切ります．この角度(矢印)は第12章図12-12で説明したようにホブのピッチとピッチ円径から計算するか作図すれば正確にわかりますが，3～5°程度で，精密に合わせる必要はありません．ただし傾ける方向を間違えないように．バーチカルテーブルを利用してもよいが，写真19-35のようにしてもできます．傾けて固定した軸の上端に割り出し歯車，下端にブランクを固定し，バネ板(燐銅板)を割り出し歯車の歯に水平に当てて平行クランプで止め，パチンパチンと割り出しています(写真19-15と同じやり方です)．写真はややこしく見えますが実際は説明図19-36のように簡単です．写真は1回目の切削ですが，メタルソーが薄いのでさらに2回くり返して溝幅を広げました．

本切削

写真19-30のタップダイス法とまったく同じです．ブランクに荒削りしてある点

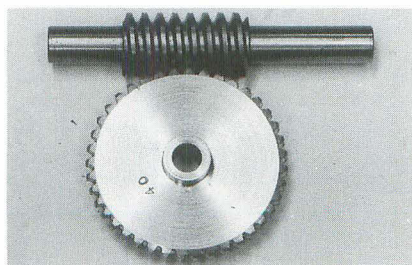



写真19-37

が違います．ホブとブランクは荒削り時のように角度をつけずに直角に噛み合わせます．ホブを四爪チャックにくわえて心出しをしてセンターで押し，中速で回転します．横送り台を進めますとブランクが自由回転し始め，さらに送りますとやがて見事な歯が見えてきます．荒削りに比べるとはるかに速くかつ簡単です．写真19-37は完成した歯車です．

デプスゲージ(深さゲージ)

歯切り中に切りこみ量がわからなくなったとき図19-38のデプスゲージがあると非常にたすかります．8×8ミリぐらいの真鍮角棒に直角に直径1.6～1.7ミリのドリルロッドを差しこみ，ロッドの先はマイナスドライバーのように平らに削り，中央の図のようにわずかに頭を出して，ヤスリとサンドペーパーで磨いて角棒の面に揃えます．歯切り中の測定個所は，きわめて細かいヤスリでカエリを取り，図右のようにあてて静かにロッドを押出してねじを締め，突き出た分をノギスのアゴの段差部をあてて測るのです．ラックだけでなく，一般加工で細穴や溝の深さを測るなど，用途が広い便利な道具ですからぜひ作っておかれるようおすすめします．

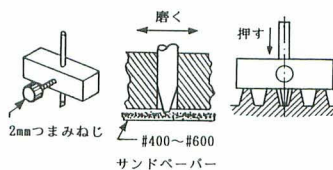



図19-38

20. 小規模量産の工夫

量産と呼ぶのはいささかオーバーですが，たとえば特殊ねじやボルトを50本，100本程度作る場合，1本ずつ最後まで削り上げて行くことはまさに体力と根気の仕事です．こういう仕事をミニ旋盤でするには，工程を適当に分けて各工程ごとに全数を加工し，いちいち目盛を読まずにくり返せるように，位置決めストッパー(アタリ)などを工夫するのがコツです．これだけの工夫でも，1日かかる仕事を2，3時間に短縮が可能です．こうした工夫をいくつか書いておきます．

同じ長さに切断する

図20-1ａは，長さの揃った短い棒を速くたくさん切断する方法です．刃物台の空席に角棒(アタリ)を固定して，工作物が当たるまで引っ張り出して突っ切ります．切る長さＬが長い場合は，ｂのように心押し台チャックにアタリ棒をくわえて固定しておき，これに当たるまで工作物を引っぱり出して突っ切ります．工作物に突っ切りのヘソが残っていてもＬが変わらないように，棒の先端に逃げ穴をあけてあります(右下)．ｃのように旋盤主軸の左端にきっちりはまる蓋を作ってアタリ棒を挿入し，アタリ棒を止める位置によってＬを加減する方法もあります．蓋の固定ねじを無茶に締めると主軸が変形する場合があるかも知れませんが，主

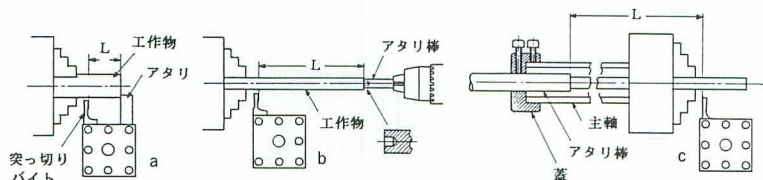



図20-1

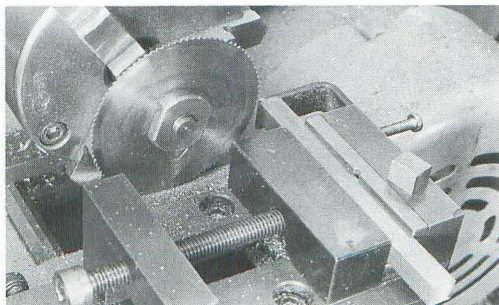



写真20-2

軸にガタなくはまるように作りますと1本のねじを軽く締めるだけで充分固定します．

ミーリングでも定寸切断できます．写真20-2はバイスを緩めて角棒材をアタリ(右上の直角に曲がった黒い板．バイスのアゴにあいているねじ穴に止めてあります)に突き当てて固定し，メタルソーで切断する，を繰返します．切ったのがバイスの上に乗っています．四爪チャックでくわえて突っ切るよりは，はるかに迅速です．

外径を揃える

写真20-3はアタリ棒とホルダーを作って横送り台の動きを制御して外径切削をしている例です．簡単なアクセサリーですが効果的です．旋盤の構造によって多少の変更が必要です．キリコがかかる場所ならカバーをかけます．送りねじが横送り台を押す力は大変強いのでホルダーやアタリ棒が撓んで停止位置の感触が不明確になり，寸法誤差が大きくなる場合がありますから，ホルダーは構造を簡単に丈夫に作り，できるだけ送りねじの軸線に近く配置します．押し方(力の入れ方)を注意すれば停止位置の誤差0.02〜0.03mm程度は可能です．写真20-4はこの誤差をさらに縮める対策で，ホルダーとアタリ棒のほかに，ベッドの適当な場所にダイアルゲージを取付けて，止まり位置を毎回監視しています．

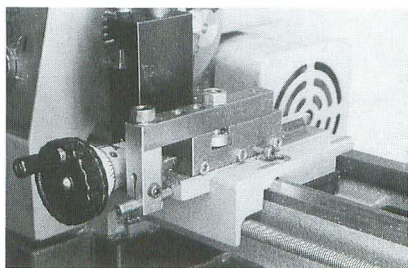



写真20-3

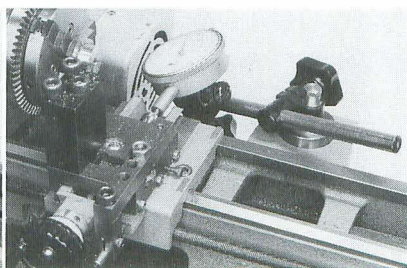



写真20-4

一定長さを削る

図20-1ａの突っ切りバイトを片刃バイトに替えて，図20-5のようにアタリに当たるまで削ればよいわけですが，そのあと例えばタップを立てるような場合はアタリが邪魔で心押し台が使えませんから，図20-6のように往復台の左側に挟み棒(図はねじ伸縮形で書いてあります)を挟んで主軸台にあたるまで送ります．写真20-7はこった例ですが，往復台に固定した角ブロックにはまっている回転軸に3本

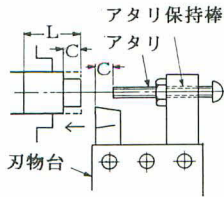



図20-5

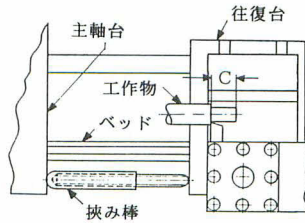



図20-6

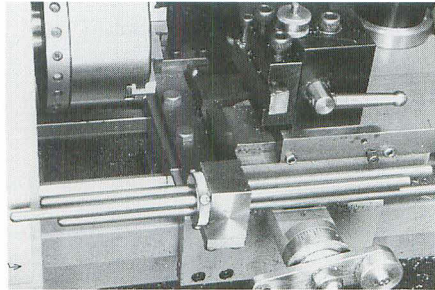



写真20-7

の棒を差しこんで，ターレット式に切り替えて左端を主軸台にあてて，3段の段削りに対応する工夫をしています．

バイトの増設

3～4種類のバイトを即座に取り替えられると繰返し仕事の際に能率的です．しかしミニ旋盤の四角刃物台（四本バイト用）はクリック装置（角度アタリ）が付いていないので，回すたびに刃先が同じ位置に来ませんから，あまり価値がありません．クリック付きに改造はできますが，停止位置精度を良く作るのは少し面倒ですからここでは省きます．クイックチェンジ刃物台を使うのが一つの解決策です．

もう一つの増設方法は，横送り台の奥に逆（サカ）バイト刃物台を置き，バイトを伏せて（刃を下向きに）セットします．図20-8は既製品の刃物台を利用して作ったもので，写真20-9はそれを使用してツバ付きのワッシャーを量産しているところです．手前の片刃バイトで外径を切削し，次に横送り台を手前に引いて逆バイトで突っ切ります．能率の良い仕方です．

逆バイト刃物台は，刃先にかかる力が普通の刃物台とは反対に，工作物を下向きに押さえこみますので切削の安定が良いのです．しかしその反作用で往復台が持ち上げられますから，往復台，横送り台などの滑り面の遊びを充分調整しておくことが必要です．

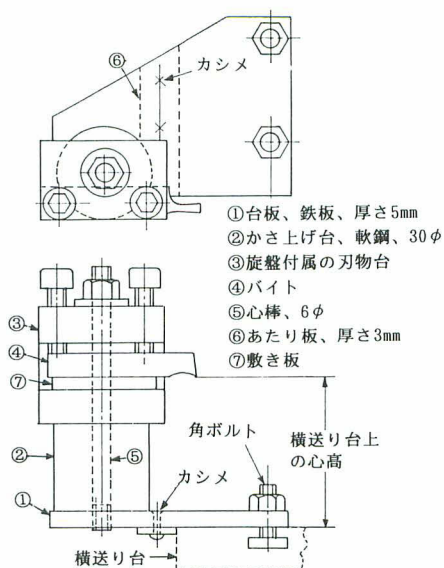



図20-8

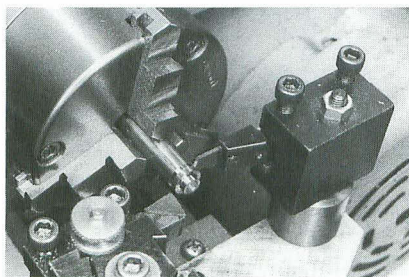



写真20-9

ボックスツール

非常に長いボルトを作る場合などは移動振れ止めを使うのが常道ですが，量産にはボックスツールで一挙に削るのが早道です．これについては第9章の「ボックスツール」の項をごらん下さい．一発で最終寸法に削ることをかねた便利な道具です．

加工例　その1

図20-10の品物は，六角棒の左側におねじを，右側は外径を削ってめねじを切

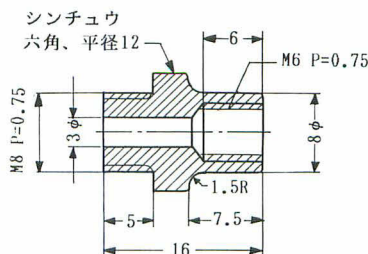



図20-10

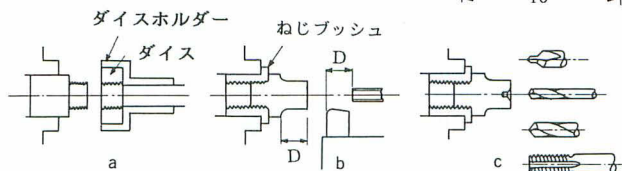



図20-11

り，さらに貫通穴があいています．50個作るとします．工場の量産機械なら多分1個ずつ完全に仕上げてゆきますが普通旋盤ではそうは行かないので,都合の良い段階までを1工程にまとめ，これを50回ずつくり返します．それでも1個ずつ完成させるよりは手間も時間もはるかに少なくてすみます．

まず第一工程は材料を図20-1ａの方法で長さ16mmに50個切ります．第二工程は図20-5または20-6のようにセットして長さＣ(ここでは5mm)の段を削り，図20-11ａのように心押し台にダイスをつけて8φ ピッチ0.75mmのおねじを切ります．これを50回くり返します．第三工程に入る前にねじブッシュを作り(ｂ図)，今切ったねじをねじこんで外径を削り，ｃ図の状態でセンタードリル，下穴ドリル，タップ，貫通ドリルの順に加工します．このタップ立てには主軸ハンドルが役に立ちます．

加工例　その2

写真20-12は図20-13の袋ナットを量産しているところです．刃物台⑤には突っ

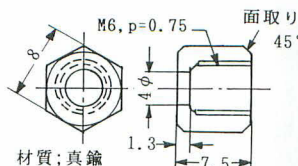
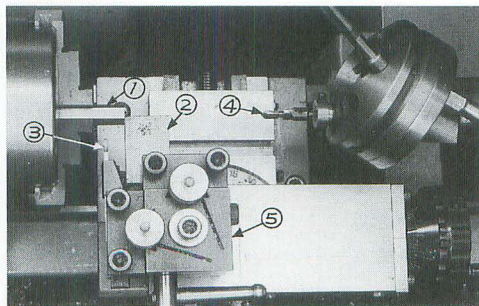



図20-13

写真20-12

切りバイト③のほかに，ありあわせの四角い板②をくわえて当たりにしています．工作物①をこれに当たるまで引っ張り出します．これでナットの全長が決まります．横送り台を引いて，センタードリル，下穴ドリル，タップ，貫通ドリルの順に加工し，最後に横送り台を前進して突っ切れば1個できあがります．この位置で次の材料を引っ張り出します．全く目盛を見ずにくり返すことができますから加工速度が非常に上がります．写真では心押し台に自作の心押台ターレット（後節参照）をつけて，センタードリルと2個のドリルの仕事を1個の自作カッター（次章図21-10参照）で1回で行って一層能率を上げています．以上の加工を全数完了してからナットの両端を面取りします．チャックに丸または六角棒をくわえてダイスでねじを切ってねじヤトイを作ります．これに1個ずつねじこんで45°のバイトをちょっと当てれば完了です．逆バイト刃物台があれば工程の途中についでに行えますからさらに速くできます．

加工例　その3

写真20-15は図20-14の金具を作るところです．小さい品物なので1個ずつ物差しを頼りに加工したのではたまりません．手前の刃物台には角度に研（と）いだバイトを付け，逆バイト刃物台の右側にはあり合わせの角棒をくわえ，頭を平に削ったボルトをねじこんで工作物の当たりにします．左側には突っ切りバイトを付けています．

まず材料を引き出して当たりに当て，角度バイトを前進させ，予定の寸法まで削ったら横送り台の目盛をゼロに合わせます．以後は毎回ここまで送ります．バイトを少し引き，心押し台につけたドリルで1個分の深さに穴をあけます（最初の1回だけセンタードリルでもむのはもちろんです）．横送り台をさらに引いて逆バイトで突っ切ります．この時切れ落ちて行方不明にならないよう，針金を工作物

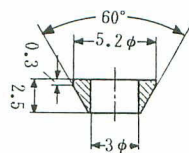
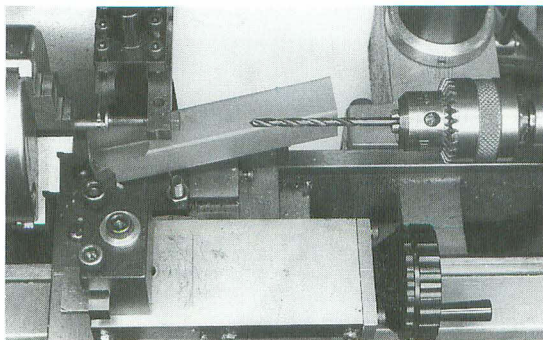



写真20-15

図20-14

の穴に差しこんで右手で保持しながら突っ切るか，または写真で斜めに写っているように小さい受け箱(エンドミルのプラスチック空き箱に角穴をあけた物)で受けます.

毎回，旋盤を止めてチャックを弛めて材料を引っ張り出すのは面倒ですから，3，4個分の長さに出しておいて往復台を移動して削っても，アタリが付いているお陰で同じ寸法に仕上ります．しかし写真の場合は材料が細くてバイトに押されて曲がってしまうので，ズボラしないで毎回1個分ずつ突き出しています.

さらに便利なアクセサリー

加工例その1で，センタードリルからタップまでの4個を心押し台ドリルチャックにはめたり外したりは意外に面倒です．できれば心押し台タ一レットが欲しいところです．写真20-16はその外観で，これを使用する旋盤自身を使って自作したもので，刃物を6個まで付けることができます．これがあればドリルチャックのハンドルを探す手間もいらず，カチンと回転するだけで次の工具が位置に来ます．ぜひ備えたいアクセサリーです.

また，量産となれば心押し台ハンドルを回すのに非常に疲れますからレバー式が欲しいところです．これも使う旋盤自身で自作できます(写真20-17はテコを利用したレバー式です)．普通のハンドル式に較べて操作が非常に速いのはいうまでもありません．しかし；

①心押し軸の移動量を知るのは心押し軸に刻まれた最小1mmの目盛だけが頼りなので，ハンドル式のように0.025mmといった細かさで測ることはできません.

②ハンドル式に比べると，小さいドリルの穴あけでも意外に力が要ります．だからといってテコ比を大きく設計すると，レバーがやけに長くなって非常に操作の邪魔になります.

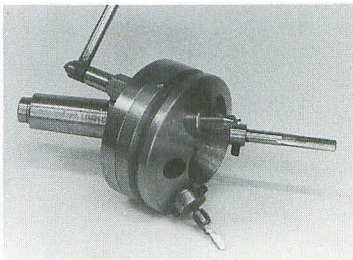



写真20-16

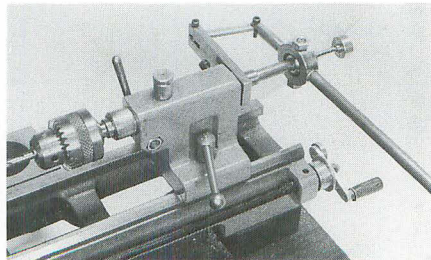



写真20-17

③穴が貫通するとき手応えがわかりにくく，微妙な制御が難しい．
などの難点もありますから使用目的によっては期待外れになる場合も考えられ，それぞれの旋盤の寸法や構造に従っていろいろと工夫をしなければなりません．

過去何回かの試作経験からいえることは，同じレバー式でも，テコでなくラック歯車で動かす式のほうがこじんまりとまとまり，使い勝手もやや優れているように思います．しかし歯切りなどの手間が要らないので製作はテコ式が簡単です．いずれにせよ心押し軸の往復速度が速いので，写真のように給油ニップルを設けて潤滑には絶えず注意しなければなりません．

ここではミニ旋盤の可能性を知って戴くという意味でこれらアクセサリーの試作例をご紹介するだけにし，作り方などの説明は他の機会に譲らせていただきます．

21. バイト，カッターの自作

買えばよいのにバイトやカッターを自作するのはケチに見えるかもしれませんが，希望のカッターが市販されていない場合や，めったにしない仕事のために高価なカッターを購入する不経済さ，自作によって刃物の性質や研ぎ方がよりよく理解できる有難さ，などを思えば自作は値打ちがあります．タップやダイスも自作できます．

刃物材料

自作の話に入る前に，刃物材料の種類と性質をいたって大ざっぱですが書いておきます．知っておくと刃物を経済的に選ぶことができます．

刃物は削られる材料よりもはるかに硬くなければならないのは当然のことですから，焼き入れした鋼(ハガネ)や超硬合金が使われます．もし焼き入れ技術がなかったなら今日の機械産業の発展もなかったでありましょう．鋼に焼きが入るかどうかは炭素の含有量に左右され，多ければよく入ります．炭素含有量の低い鋼材は「一般構造用鋼材」として建築の骨組みや機械部品の材料になりますが，炭素量が多くて焼入れのできる鋼材の中で，工具に適する種類を「工具鋼」と名付けて下のように分類しています(機械部品材料としても使います)．

名称			用途
刃物材料	工具鋼	炭素工具鋼	ヤスリ，タガネ，キリ，帯ノコ，刻印，等
		合金工具鋼	タップ，ダイス，ポンチ，ノコバ，等
		高速度鋼	バイト，ドリル，エンドミル，ノコバ，カッター等
	超硬合金		バイト，ドリル，エンドミル，ノコバ，カッター等
	その他	セラミック	
		ダイアモンド	

炭素工具鋼と合金工具鋼． 炭素工具鋼はJIS規格では炭素含有量の多い順にSK-1～7まで7段階に分類されています(多いほど硬く脆くなる)．合金工具鋼は炭素工具鋼にマンガン，ニッケル，クロームなどを混ぜて焼き入れ性を改良した油

焼き入れ用ですが，小工具なら水焼き入れでも一向に差し支えありません．JIS ではSKSと表示します．タップ，ダイス，手ノコの刃などにSKS-2などと刻印されているのがそれです．

今ではこれらSK，SKSの材料で作ったバイトは市販されておらず，工場をのぞきますと，高温度で切れ味が落ちず高速重切削に耐えるハイスや超硬のバイトがもっぱら使用されているので，それらの方が上等ですべてに優秀な材料で，SKやSKSのバイトは過去の遺物であるかのように誤解されがちです．確かに，工場のように時間を争うとか，とくに硬い材料を削る場合にはその通りですが，主に真鍮や快削鋼を加工するホビーとか，量産を目的としない研究開発の場などにはもっとも便利な工具材料なのです．前にも書きましたが，手元に転がっている使い古しのヤスリとか折れたタップなども同じ炭素工具鋼または合金工具鋼なのですから，そのまま研いでも刃物になるし，複雑な形なら焼きなまして成形，焼き入れ(特別の設備がなくても簡単にできます)して刃物にできます．焼きが入るとハイスよりも硬く，キメが細かく衝撃にも強いので，これで削った面は美しいのです．ハイスの1/2程度の回転速度で使う限りでは決して劣りません．なお，これらの鋼材の焼き入れ前のナマの棒素材を市販しています．我が国や米国ではドリルロッドとも呼び，英国ではシルバースチールと呼ぶことがあるようですが，はっきりした定義はわかりません．

高速度鋼（通称ハイス…ハイスピード・スチールを略した日本語）はタングステン，クローム，バナジュウムまたはコバルト等を加えた合金鋼で，刃先が550～600℃になっても硬さが落ちず，切削能率が向上することからこう呼ばれます．焼き入れは精密な設備がないとできませんから，焼きを入れて研磨した棒または板(完成バイトといいます…第3章図3-9参照)を購入してグラインダーで研いでバイトにするか，でき上がったハイスバイトを購入するしかありません．JIS記号はSKHです．

超硬合金は鋼ではなく，非常に硬い金属炭化物の粉を焼き固めるか鋳造して作ります．きわめて硬い材料も削れますから工場での量産加工や難削材の加工には欠かせぬ刃物です．しかし脆いので衝撃を受けると刃こぼれしやすい傾向があります．

その他の工具はミニ旋盤には縁がないので省略します．

バイトの自作

「差しこみバイト」を作る

破損したセンタードリルやタップ，あるいは小さい超硬丸棒(いずれも直径4～6 mmが適当)などを角鋼材の端に差しこんだものです．簡単に自作できて経済的なので小型旋盤にはよく使われます．刃先の形は図21-1のように上面をまず平らに研いでから側面を研ぎます．図にはすくい角は省略してあります．aは真剣バイト，bは片刃バイト(右勝手)，cは突っ切りバイトです．手で持つて研ぐには小さ過ぎますから第18章図18-3のホルダーにはめて，強く押しつけ過ぎて変色させないように時々水につけながら研ぎます．図21-2のホルダー(柄)にはめて使用します．図下のように穴を傾けると刃の出し入れで刃高を調節できますし，自動的にすくい角がつきます．横剣バイトは第3章写真3-10のように，上から見て左または右に向けると研ぎしろが少なくてすみます．いずれにせよ穴をリーマーでぴったりに仕上げますと4mm押しねじ1本で充分しっかりと固定できます．

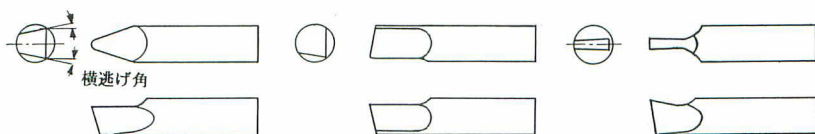



図21-1a 図21-1b 図21-1c

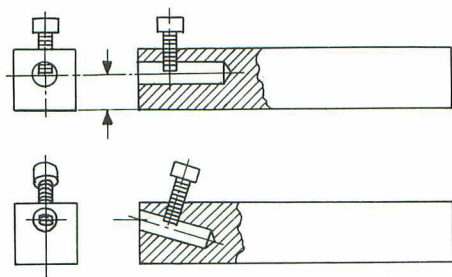



図21-2

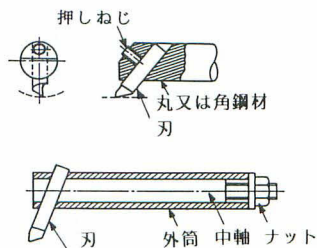



図21-3

図21-3は中ぐりバイトの自作例で，上は単に棒に差しこんだもの，下は二重構造で中軸をねじでひっぱって刃を締めます．中ぐり以外の用途にも使えます．写真21-4の手前2個および第3章写真3-10の①②が差しこみバイトの自作例です．①は角棒を，②は六角鋼棒を柄にしています．

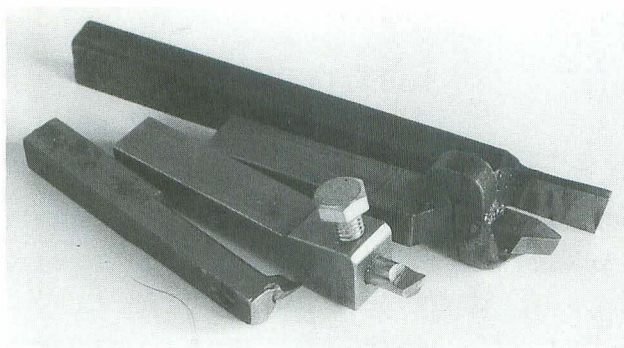



写真21-4

工具鋼で作る

炭素工具鋼または合金工具鋼の素材，あるいは古いヤスリを焼きなまして，旋盤や手工具で目的の形に削って焼き入れし，刃先を研げば手軽に自作できます．写真21-4の最奥は古いヤスリから作った，クランク削り用バイトです．突っ切り用に似ていますが刃先が二又になっています．また球面削り用姿バイトも自作の好例です(第15章写真15-7)．もちろん他のバイトも同様に作れます．

ティップ(刃先)をロウ付けして作る

短くなって捨てられる運命にあるハイス完成バイトとか，カドが欠けたり摩耗したりで捨てられる三角形の超硬ティップ(新品は大変高価ですが，親しい工場なら破損品をくれるでしょう)などを角鋼材に銀鑞付けすると立派なバイトができます．写真21-4手前から3番目はハイス完成バイトの小片を，第3章の写真3-10③は三角の超硬ティップを銀ロウ付けしたものです．完成バイトを短く切断するには図21-5のように四辺をグラインダーのカドで研ぎ落して細くしてからバイスに

図21-5

テイップ
銀蝋
ガスバーナー
FLUX
耐火煉瓦

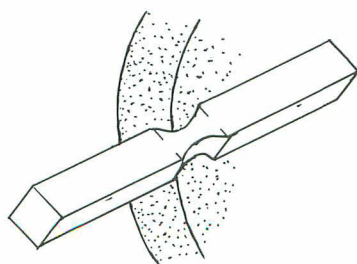
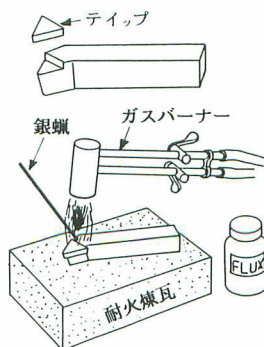



図21-6

挟んでたたき折ります．超硬ティップ片が大き過ぎる場合はハンマーでたたき割って，破片の中から少なくとも一辺が5mmぐらいのを探して銀ロウ付けします．あまり小さいとバイトとしては丈夫ではありません．ただし，**ハイスや超硬をたたき割ると，破片が非常な勢いで思わぬ遠くまで飛び散って非常に危険**ですから，必ず丈夫な布で包んでバイスに挟み，ハンマーで一気に割ります．

銀ロウ付けは少し練習すればハンダ付け同様に簡単で，強い接合力が信頼できます．針金状の一般用銀ロウで充分です．角鋼材の面はヤスリで，ティップの面はサンドペーパーできれいにして，フラックス(銀ロウ販売店にある)を充分につけて重ね，図21-6下のように耐火レンガの上に置き，ガスバーナーで焼きます．まっ赤になった時，銀ロウの先をちょっとふれますと，融けて隅々まで流れます．温度が充分に上がってからふれることがコツです．ゆっくり冷却して(急激に下げるとヒビ割れすることあり)から温湯で充分に洗います．グラインダーで研いで刃の欠けを取り除き，形を整えますと丈夫で長持ちのするバイトのでき上がりです．

完成バイトから研ぐ

自作というより目的に合う形に研ぐだけです．第3章を見て下さい．

カッターの自作

材料は炭素工具鋼SK-3～4または合金工具鋼SKS-2～4の棒から作ります．定尺2mで販売していますから，少量しかいらない場合は古ヤスリなどを焼きなましても利用できます．

柄つきカッターの標準的な製作手順は；

①シャンク(柄)部を削る．ミニ旋盤用にはシャンクの直径6～10mmφが適当です．太いと大きな焼き入れ熱源が必要です．

②削り上がったシャンク部をコレットまたは四爪チャックで振れないようにくわえて刃の外径と端面を削る．

③ヤスリまたはミーリングで刃部の形を作る．逃げ角を削る(角度は目見当でよい)．ただし切れ刃部分(刃先)は削らないように注意し0.3～0.5mmぐらいの細い線状　に残しておく．

④焼き入れ焼き戻しをする(次章参照)．必ず焼き戻しをしないと刃がすぐに欠ける．

⑤切れ刃を砥石でていねいに研ぐ．

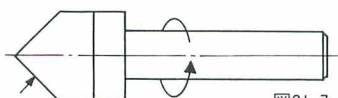



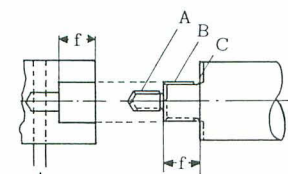
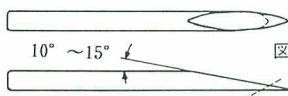
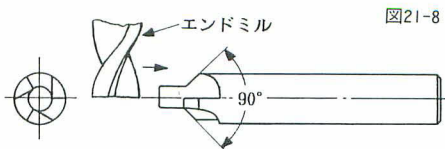
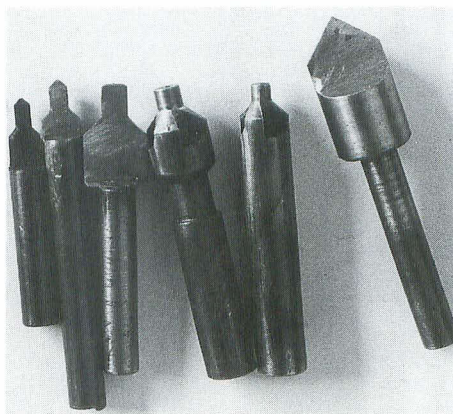
図21-7
図21-8
写真21-9
図21-10
図21-11

充分な硬度とていねいな研ぎ上げが成功の秘訣です．商品のように全体を磨いてないので黒く汚い外観ですが性能には関係ありません．

図21-7はもっとも簡単な，皿ねじの頭を沈める「皿もみカッター」です．90°に削り，中心線から半分を手ノコで切り取ってヤスリで平にして焼き入れし，円錐面には触れないように注意しながら，とくに切れ刃(矢印)を砥石(といし)でていねいに研ぎます．この形でも真鍮やアルミならやや強く押しつければ切れますが，円錐面にわずかな逃げ角をつければさらに良く切れます．ただし付け過ぎると穴の形が崩れやすくなります．図21-8は同じ用途ですが案内軸が付いた3枚刃の皿もみカッターで，割り出してエンドミルで削り出します．写真21-9がその実物で，左の3本は図21-7に案内を付けたものです．

このカッターをさらに発展させると，複雑ないわゆる複合カッターも，工夫と練習次第で短時間に作れます．図21-10は一発カッターという勝手な名を付けたのですが，袋ナットを作る際にねじ以外を1回で切ってしまう能率的なものです．センタードリルを使わずにいきなりAの刃で図の左に書いてある工作物に穴をあけながら，同時に刃Bで深さｆまでタップの下穴をあけます．すると刃Cが端面を削ります．あとはタップを立て，突っ切ってから面取りすればナットのでき上がりです．前章の写真20-12はこれを使っているところで④がそれです．

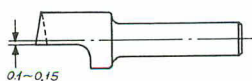



図21-12

図21-13

写真21-14

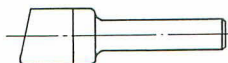
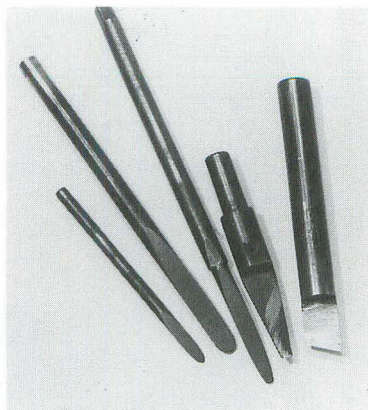
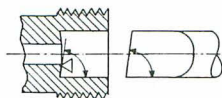



図21-11は簡単なリーマーです．丸棒を10°～15°の角度で斜めに切って面をきれいにヤスリがけし，焼き入れ焼き戻して砥石で研ぎます．刃の尖端は役目がないので図点線のように落してもよろしい．こういう形は焼き入れの際に歪んでそりやすいので，最後に多少の修正が必要な場合があります．

図21-12は断面がD形なのでDビットと呼ばれ，穴の内側をさらえるのに使う1枚刃のリーマーです．市販リーマーのようにテーパー状の「くいつき部」がなく，尖端まで平行ですから浅い穴でも平行に仕上ります．希望の直径に旋盤で削ってから図に示したように直径の半分よりも若干少なく切り取り，焼き入れ研磨します．普通のリーマーと同様にあらかじめ0.1～0.15mmぐらい小さいドリルで穴をあけてから通します．テーパーに削ってから半分に切れば第13章図13-12，および13-13の工作に使うテーパーリーマーができます．

また，Dビットは穴底をさらえて平または円錐面にするのにも使います．第9章図9-58のような小型バルブ(弁)で，液体や気体の流れをピタリと止めるには，当たり面(図21-13△印)を最上の仕上げにしなければなりません．穴は普通のリーマーで仕上げられますが，当たり面は深く狭い奥にあってバイトでは削れません．そこで図のように刃先を細かい砥石で仕上げて少し角度をつけたDビットで削ります．写真21-14はこれら自作リーマー，テーパーリーマー，Dビットの例です．

図21-15は，正しい名前は知りませんがピンドリルとかトンボギリとも呼ばれ，ボルトの頭を沈める座(凹み)を削るとか板に大きな穴をあけるのに使います．図21-16は加工順です．①で柄を削り，②でピンを削ります．③でバイスにくわえて，刃の部分を点線のように手ノコで切って薄くし，刃の向きを間違えないようにヤスリで正面および側刃の角度をつけます．バイスにくわえるときは第12章図

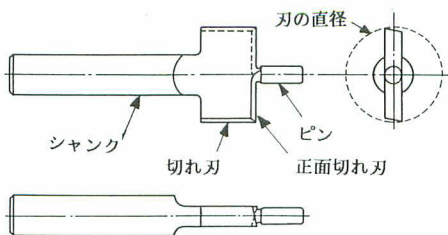



図21-15

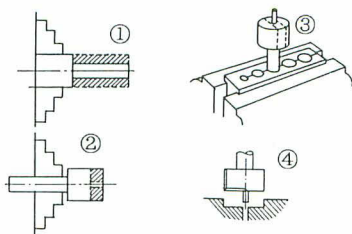



図21-16

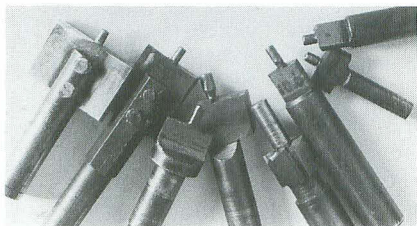



写真21-18

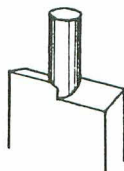



図21-17

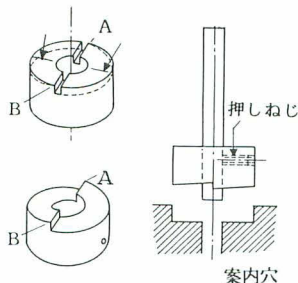



図21-19

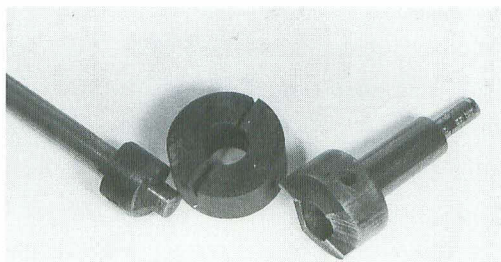



写真21-20 左から：16ϕ,30ϕ,25ϕの座ぐり用自作カッター

12-8の口金を利用すると安全です．正面の切れ刃がピンと交わる部分は理想的には図21-17のようになるはずですが実際にはやりにくいので，図21-15のようにピンの根元を細くすると研ぎやすくなります．ここをうまく研がないと切れません．しかし焼きが入るとここが折れやすいので，ナマの丸棒でピンを作って押しこんでもよろしい．ただしあまりキツく押しこむと刃が割れることがあります．写真21-18は自作例です．全体を丸棒から削り出したものや，古いヤスリから切り取って刃をつけた板を，丸または六角棒に溝割りした柄に差しこんでカシメてから焼き入れしたものなど，様々です．このカッターは非常に必要度が高いので長い年月の間に自作したものが百本以上のコレクションになりました．

使い方は，図21-16④のようにあらかじめピン直径の案内穴をあけておき，中速で回して静かに押しつけますと幅の広いキリコを出しながら削れます．案内穴を窮屈にするとピンが折れます．回転数はできるだけ低くしたほうがビビリの心配

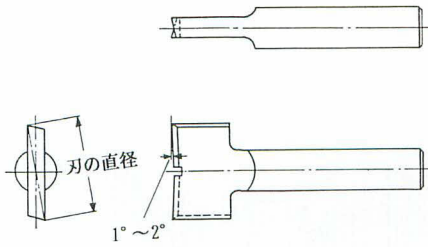



図21-21

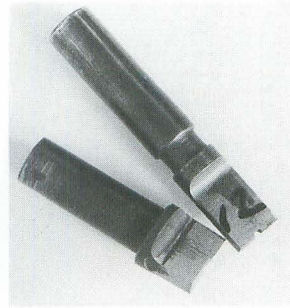
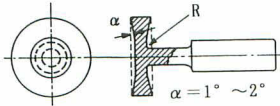



写真21-22

図21-23

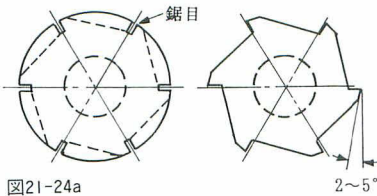



図21-24a

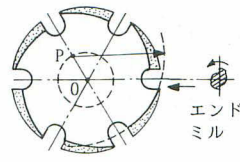



図21-24b

がないし刃が長持ちします．小型ボール盤は回転が速過ぎるので旋盤でするのが安全です．鋼材，アルミには切削油を充分につけます．

上と同じ用途ですが，図21-19と写真21-20は丸棒のままで作れる大型のカッターです．丸棒素材をチャックにくわえて外径を削り，穴をあけてリーマーを通してから突っ切ります．軸穴さえ正しくあければ後は手ノコとヤスリだけで大変簡単に作れます．中心に手ノコでA-Bの溝を切り，点線のようにヤスリで落します（矢印の部分が削り残りやすいので充分に取ります）．押しねじ用のタップを立て，焼き入れします．図の右のように軸を付け，軸径の案内穴をあけて使います．ボルト穴などの座面を削るのに適しています．キリコの排出能率はあまり良くありませんから時々抜いて刃先を掃除しながら使います．

図21-21と写真21-22は2枚刃のエンドミルで，図21-15に似ていますが尖端にピンがなく，中心部が凹むように1°～2°の角度をつけてあります．市販品エンドミルのように刃がねじれておらずスクイ角0°ですから特に真鍮の加工に適しています．

図21-23はキー溝カッターを作るためのブランク（素材）です．工具鋼の丸棒を三爪にくわえて刃の外径と厚さおよび軸を一度に削り出します．刃の外周から中に行くほど薄くなるように逃げ角 α をつけます．軸の根元はRをつけます．次に図21-24のように刃数に従って割り出します．割り出し精度はあまり問題ではありませんからaのように手ノコとヤスリで削ってもよいし，割り出してbのようにエ

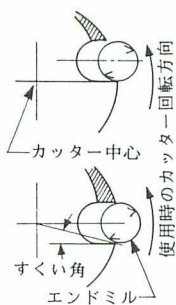



図21-25

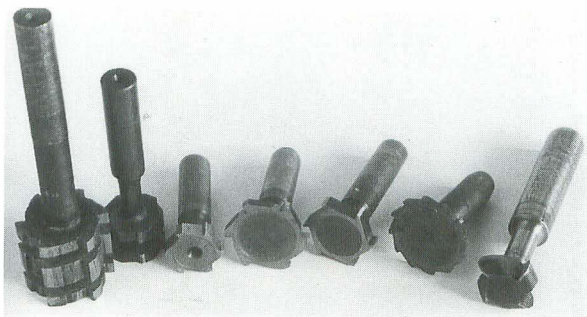



写真21-26

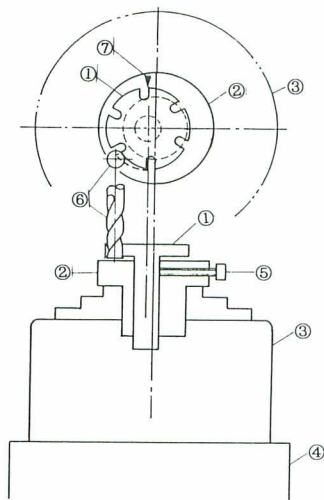



図21-27

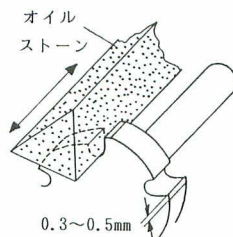



図21-28

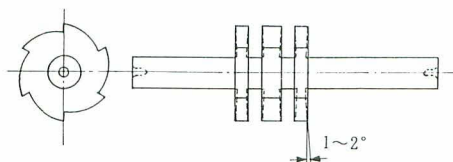



図21-29

ンドミルで点々部分を削り取ってもよいのです．bのように滑らかな曲線に削るにはカッターの中心から外れた適当な所(図ではP点)を中心として，カッターブランクをゆっくり約1/6回転しつつ，エンドミルの側刃で削ります．この場合，図21-25のように，エンドミルとカッター中心の位置関係によって，削った刃先のすくい角が変わりますから注意します．図21-25上の図のように合わすと，すくい角がゼロになるのです．

図21-27は図21-24bの形に加工する例で，円テーブル④の上に偏心穴のあるヤトイ②とチャック③をセットし，ブランク①の刃先を②に刻んだマーク⑦に合わせてねじ⑤で固定し，円テーブルを回しつつエンドミル⑥で逃げ部分を削ります．⑤を緩めて次の切れ刃を⑦に合わせて削り，これを6回くり返します．ただし図21-28のように刃先部分は削らずに0.3〜0.5mm幅に残しておき，最後に三角のオイ

ルストーンで研ぎます.

写真21-26は自作カッターの例です．左端の2個は2連および3連の「ギャングカッター」で，図21-29のような形ですから，一度に2または3条の溝を切ることができる上に，溝間隔を正確に加工できる特徴があります．写真の右端は刃先に丸味をつけた4枚刃で，自作タップの溝を切る目的で作ったものです．同じ要領で面取りカッター，アングルカッター，メタルソー等も作れます．

歯車を切るカッターの自作

インボリュート歯形は，インボリュート曲線のごく短い部分を使っているに過ぎないので，近似的に円の一部と見做して円板形の刃のカッターを作り，インボリュートカッターを削り出すことができます．しかし全歯数に対応するには，前もって少なくとも8組ずつの「カッターを削るカッター」とそのホルダーを作らなければなりませんから大変な手数です．精度的には不満かも知れませんが小型歯車には，写真19-10のホブを1個作っておく方が楽です．

平歯車用ホブの作り方

第19章写真19-10のホブは，快削鋼で作って浸炭と肌焼きを終わったときの写真ですから見掛けは汚いですがよく切れます．

まず第19章図19-12にしたがって，製作したいモジュール数 m を図の数字に掛けて寸法を決めてバイトを作ります．第4章の写真4-7のような刃物台を使いますと容易にできます．尖端の幅は，図21-30のようにマイクロメーターを予定寸法(0.843×m)にあけて固定してゲージとし，これに刃先をあてがって見れば感触でかなり正確にわかります．

仕上り径より太い材料を三爪にくわえてブランクを作ります．歯間の溝幅はバイトの切りこみ深さで決まりますから各溝が同じ深さになるよう綿密に行います．バイトを送る距離(ピッチ)はダイアルゲージを往復台に当てて測定しながら決め

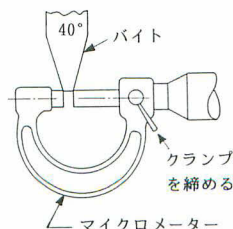



図21-30

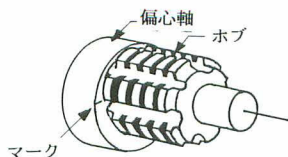



図21-31

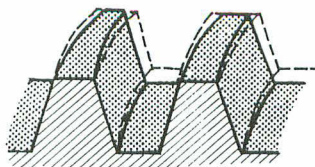



図21-32

ます．

次に，エンドミルかカッターで，図19-11左上図のように，今切った溝よりも深く6個の縦溝を切ります．簡単な割り出しを使ってわけなくできます．歯先には触れないように注意しながらヤスリで図19-11のGの逃げを削ります．このままでもカッターとして使えるのですが，刃の側面に逃げを付けると切れ味がさらに良くなります．それには図21-31のように偏心軸を作って旋盤のチャックにくわえ(電源コードは抜いておく)，歯先の一つをマークに合わせてホブをねじ止めし，溝切りに使った同じバイトを溝の真中に来るようにセットし，チャックを手で回して溝の両側を同時に(少しずつ何回にも)削ります(図21-32の点線部)．このときホブの歯先(切れ刃)には触れないように注意しながら行います．カエリをていねいに取り除き，切れ刃を仕上げてから焼き入れをします(第22章参照)．

ウオームホイール用ホブの作り方

上のホブとほとんど同じですが，ねじ切り仕事が必要です．ねじれ方向が右か左かを決め，ねじ切り歯車をセットします．ここでもピッチに円周率πが入ってきますからふたたび$\pi=3.14=22/7$を利用します．モジュール1.0の右ねじれホブを，主軸歯車30歯，親ねじのピッチ1.5mmの旋盤で切るとすると図21-33のようになります．

$$\frac{\pi}{1.5}=\frac{2}{3}\times\frac{22}{7}=\frac{2}{3}\times\frac{110}{35}=\frac{2}{3}\times\frac{55}{35}\times\frac{2}{1}$$
$$=\frac{30}{45}\times\frac{55}{35}\times\frac{50}{25}=\frac{30}{25}\times\frac{55}{45}\times\frac{50}{35}$$

計算的にはこれで良いはずですが，実際には主軸の30歯歯車のハブが歯車ブラケットに衝突して歯が届かないので，25歯をもっと大きいのに取替えなければなりません．そこで右上の50を60にし，左下の25を30に替えます．図21-33の配置になります．あとはねじ切りそのものです．

次に縦溝(フルート)を切ります．焼き割れ防止のためには丸底が良いのですが，

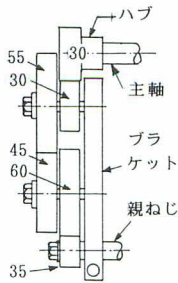



図21-33

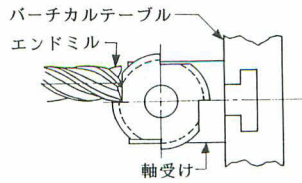



図21-34

こういう形の場合ならばまず心配ありませんから普通のエンドミルで直角溝にしても差し支えありません．歯底よりも深くし，薄いブランクにも歯切りできるように溝幅を狭くするのがよろしい（図19-31の説明を参照）．溝数はホブの外径とエンドミルの幅（太さ）にもよりますが，例えば12～15ϕ 程度のホブなら4条が適当です．切れ刃にスクイ角が付かないように，図21-34のように直径線まで切ります．この図の軸受は写真19-15のものを利用しています．

次に，刃の尖端に触れないように気をつけながら逃げを削り取ります．長さがあるのでヤスリでは困難ですから，図21-35のようにエンドミルかキー溝カッターあるいはフライカッターで2～3回に分けて削り取り，残ったカドをヤスリで成形すると楽です．このホブは図21-32のように刃の側面まで逃げを付けることは困難です．最後に焼き入れをして完成です．工具鋼で製作した場合はもう一度砥石で

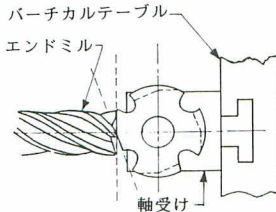



図21-35

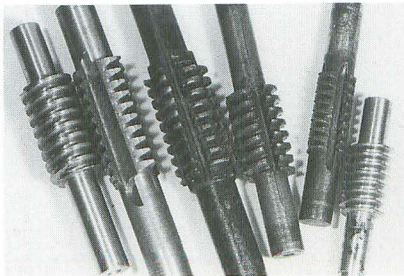



写真21-36

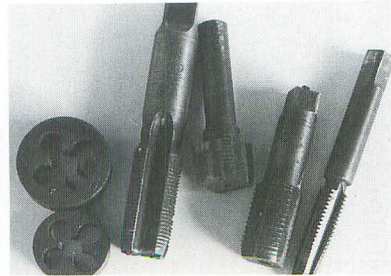



写真21-37

切れ刃を研ぎます.

写真21-36はこうしてでき上がったホブの例です. 写真の両端はホブのブランクです.

まったく同じ手法で, タップやダイスも作れます. 大きさによって形や溝数がかなり違いますから市販品をお手本にするのがよろしい. 写真21-37は必要に応じて作った左ねじダイスや特殊ピッチタップの例です.

22. 刃物の熱処理

熱処理

ある程度の炭素を含有する鋼を高温から急に冷却すると非常に硬くなって刃物として使えることはよく知られています(焼き入れ)．しかしそのままでは脆く折れやすいので，適当な温度に保って鋼の組織を細かく地ならしし，切削時のショックに耐えるように改善しなくてはなりません(焼き戻し)．また，一旦硬くなった鋼材もふたたび高温に加熱してゆっくり冷ましますと軟らかくなって自由に加工できる状態に戻ります(焼きなまし)．このほか，鋼材の内部に残留している応力を加工前に取り除くためのプロセス(焼きならし)もあり，これらを総称して熱処理と呼んでいます．

工業用の大型高級工具の熱処理については筆者は経験がありませんが大変な技術と設備が必要です．しかし小工作室で時々使う小型工具の熱処理程度なら簡単にできます．理屈はさておき，ここでは昔からの手法を述べておきます．

焼き入れ温度の判定

焼き入れ温度は炭素工具鋼で750～780℃，合金工具鋼で750～820℃ですからそれ以上の温度に焼きます．設備がないと正確な温度管理ができませんが，幸い，温度が上がると鋼材表面の色が表22-1のように変化して行くので大まかな判断ができます．文字で色を表現するのは非常に困難ですから，あり合わせの細い磨き丸鋼材を強く加熱して実際の色を見て比較して下さい．ただし，色の判断は照明によって影響され，蛍光灯やギラギラした照明，明るい太陽光などの下では判別が困難です．やや薄暗い自然光がもっともよく，夜間ならあまり明るくないツヤ消し電球がよいようです．

色	温度
鈍い赤色	700°C
明るい赤色	750°C
桜色がかった赤色	800°C
赤	850°C
輝いた赤色	900°C
輝いた黄色	1000°C

表22-1

工具鋼の熱処理

準備

紙屑，油類，薬品などは引火しないようにかたずけます．写真22-2は，ヤットコ，水，耐火レンガ，ブンゼン灯，ガスバーナーなど，必要な道具です．左下の缶入り浸炭剤は本章の最後の浸炭焼き入れの時だけに必要です．工作物の形によっては炎中に吊るすための針金も必要です．

じかに耐火レンガに載せて加熱すると平均に加熱されにくく時間もかかるので，空中に吊るすか，クリーニング店からついて来る針金のハンガーを写真上右隅のように曲げて簡単な網にして載せると安定がよろしい．工具は一般に寸法が小さいのであまり大きな熱源はいりませんが，囲いをせずに加熱をすると，逃げる熱が多くてなかなか温度が上がらないので，耐火レンガで囲んで火力を有効に使うようにします．ブリキや空き缶で囲むだけでも効果があります．ケガキ針程度の小さいものはアルコールランプ，6ϕ シャンク(柄)付き工具で，刃径が10ϕ 程度までのカッターなら写真右上の小型ブンゼン灯，それより大きいものは右端の家庭用ブタンまたはプロパンバーナーが必要です．都市ガス(石炭ガス)ブンゼン灯の炎は図22-3のように場所によって温度差がありますからもっとも高い場所に保持するよう注意します．

写真22-2

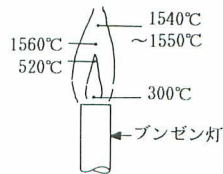



図22-3

焼きなまし

工具の材料として古ヤスリを利用する場合は，まず焼きなまして軟らかくしないと加工ができません．平均に加熱して全体を750～800℃ぐらいに上げて数分間炎中に保持し，そのまま高温の灰の中に突っこんで置くか耐火レンガで囲むかし

てできるだけゆっくり冷まします．そして希望の形に加工し，油気やゴミを拭き取ってから焼き入れします．市販のナマの工具鋼から焼き入れする場合も，機械加工の後に焼きならしをするのが本筋ですが，小さい工具なら普通は必要ありません．

焼き入れ

シャンク部から加熱して全体に平均に温度を上げます．いきなり刃先から加熱してはなりません．ケガキ針のような小さい工作物の尖端を大きな火で加熱するとアッという間に白熱状態になって失敗しますから火の大きさや距離を加減します．逆に，赤くなるのに10分も20分もかかるのは熱源が小さ過ぎて焼き入れ温度に達しないのです．

温度が上がるにしたがって紫色，鈍い赤色，と変化して行きます．シャンクの端をヤットコでつかみ，炎を徐々に刃部に移して刃先が「輝いた明るい赤色」になったら，ためらうことなく勢いよく垂直に水に突っこみ，水中でグルグルとかき回します．激しく発生する水蒸気が刃物を包んで急速冷却を妨害するのを避けるためにかき回すのです．火から水までが遠いと，その間に刃先温度が急速に下がってしまいますから，水はできるだけ近くに置きます．

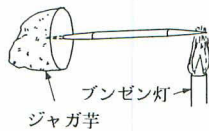
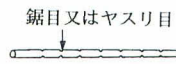



図22-4　図22-5　図22-6

焼きが入ったかどうかを見るには，刃の裏側を目の細かいヤスリで軽くこすって見て，ひっかからずにツルツル滑るようなら充分な硬度に焼きが入っています．

焼きが入っては困る場所にはあらかじめ防護策を施します．例えばダイスは全体に焼きが入ってしまうと調整ねじを締めたときに割れるので，図22-4矢印のように針金を二重に巻き付けて加減します．ねじ部分のある軸はねじ部に焼きが入ると困るので，ナットをはめて焼き入れします．両端を焼き入れしたいが中心部はナマで残したい場合は，図22-5のように焼き入れした端を生のジャガ芋に突きさして他端を焼き入れします．昔からの方法です．非常に小さい工作物の焼き入れは，大量に生産する場合はそれなりの設備が利用できますが，道具なしで行うのは意外に困難です．例えば短い丸ピンをたくさん焼き入れする際は1個ずつつかむことさえ困難ですから，図22-6ののように，あらかじめ棒材にノコ目を入れて

図22-7

色	温度
黄色	220°C
薄いわら色	230°C
やや濃いわら色	250°C
濃いわら色	260°C
紫色	280°C
ブルー	300°C

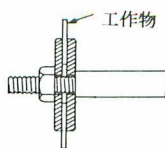



表22-8

から焼き入れ焼き戻しをし，ポキポキ折って両端をグラインダーで仕上げてピンにします．薄くて直径の大きいもの，大きい穴があるもの，鋭い切りこみのあるもの，形が複雑なものなどは「焼き入れ歪み」のために変形したりヒビ割れしたりすることがありますから，できるだけ設計で逃げるようにするのが良いのですが，やむを得ない場合もあります．例えば薄いメタルソーは図22-7のように厚い鉄円板で挾んで丸ごと焼き入れることによって歪みを防ぎます．まっすぐな棒形でも非対称に削ったものは曲がりますから，バイスに挾んで修正するか，大きい目に作っておいて焼き入れ後研磨修正しなければならない場合もあります．

焼き戻し

焼きを入れたままでは，脆くてすぐに折れたり欠けたりするので，刃物としては役に立ちません．焼き戻すと当然ながら刃先硬度が少し下がりますが，その代償として粘り強さが改善されるので，焼き戻しは省略できない非常に大事な工程です．

工具の使用目的にしたがって焼き戻し温度を加減します．温度と色の関係は表22-8のようになります．近頃は藁色といってもピンと来ないかも知れませんがきわめて薄い狐色とか小麦色といえば良いのでしょうか．エンドミル，フライカッター，バイトなど金属用工具やカミソリは230～240℃，ナイフは240℃，タップ，ドリルは250℃，衝撃を受けるタガネは280℃，程度に焼き戻すのがよいとされています．

焼き入れたときの酸化皮膜(黒い皮)が残っていると微妙な色の判断ができませんから，切れ刃の裏側を小さい砥石で磨いて黒皮を除き，この面の色の変化で温度を判断します．シャンクも磨いておくと一層よろしい．焼き入れの時より色の判断が微妙ですから，かたわらに同じ材料のなまの素材を(加熱しないで)並べておきますと判断しやすいです．

重要なことは，焼き戻し中，炎を刃部に直接当ててはなりません．シャンクを加熱して，シャンクから刃先へ伝わる熱で刃先温度を上げるようにし，それも急激な加熱を避けて気長に行います．シャンクにそって変色し始め，磨いておいた

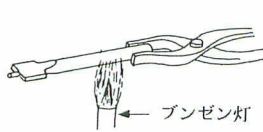



図22-9

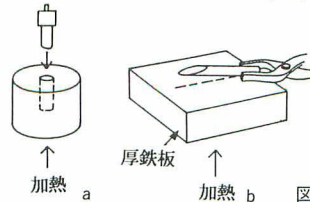



図22-10

刃先部分がやがて黄ばんできます．さらに加熱を続けると薄い藁色になりますから，すかさず水につけてこれ以上の上昇を止めます．シャンクから加熱するには図22-9のようにします．炎と刃の間をつかむと熱がヤットコのほうに逃げるので刃まで伝わりません．シャンクが短かくてどうしても刃先に炎が当たる場合は，図22-10aのように穴のある軟鋼または真鍮（しんちゅう）材をあらかじめ加熱しておき，火を消してからこれにシャンク部を入れたり出したりして加減しながら焼き戻します．bは加熱した鉄板に近づけて刃先との距離を加減しています．穴はあいているがシャンクがない円板形の刃物などはシャンク代わりの丸棒をはめて図22-9の方法で行うのが適当です．いずれにせよ，ゆっくり時間をかけてしないと温度が平均しませんので，あわてたり急いだりすると良い結果は得られません．

図22-11は一度にたくさんの焼き戻しをするのに便利な方法*です．白砂をブリキ缶に入れてブンゼン灯またはコンロで加熱します．工作物と同じ材質の棒で時々かき回し，この棒の色の変化を見ながら温度を判断し，充分な色になったら火を消して工作物を入れます．砂の加熱は大変時間がかかりますから気長に構えてやることです．この方法は複雑な形の工具の焼き戻しにとくに適しています．例えば前章の図21-29のギャングカッターを図22-9の方法で焼き戻すと，両端の刃は熱源に近いので速く温度が上がるのに中央の刃はなかなか上がらず，全体を均一の温度に焼き戻すのはほとんど不可能ですが，この方法ならできます．砂の代わりに油を使う方法もあります．

これで熱処理完了です．文字で書くと長いのですが実際にやってみれば簡単で

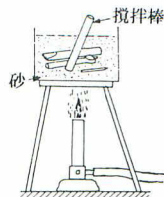



図22-11

* Ian Bradley;The Amateur's Workshop. p.231. M.A.P.Publications LTD.

す．市販の工具のようにピカピカに光っていませんが使用には何等差し支えありません．表面の色は鋼材その物の変質ではなく表面だけの酸化膜の色ですから，気になるなら軽く磨いて取ります．

浸炭と肌焼き（低炭素鋼の焼き入れ）

普通の鉄板や鋼材など，炭素量の低い材料は上の方法では焼きが入らないので「浸炭」(滲炭)と呼ばれるプロセスによって，ごく表面だけに炭素をしみこませて炭素の多い状態に改造してから焼き入れをします．したがって表層部分だけしか焼きが入らないので「肌焼き」と呼ばれます．工業的方法の中には有害あるいは猛毒の材料を使う場合もありますが，ここでは安全で値段の安い市販の缶入り浸炭剤(カセニットなど)を使います．

浸炭焼き入れの特長

①加工のしやすい軟らかい鋼材で工具が作れ，硬い工具鋼から加工しなくてもよいので，ミニ旋盤にはありがたい手段です．

②表面(肌)だけしか焼きが入らず，芯の部分は柔軟性を残していますから衝撃に強く，焼き入れによる変形をおこしにくい工具ができます．そのかわり，深く焼きを入れることが困難なので，研ぐと刃がなくなってしまいます．切れなくなったら焼き戻して刃をつけ直し，ふたたび浸炭と肌焼きをしなくてはなりません．

③必要な場所だけに「選択的に」焼き入れすることができるので，刃物以外の機械部品にも利用できます．

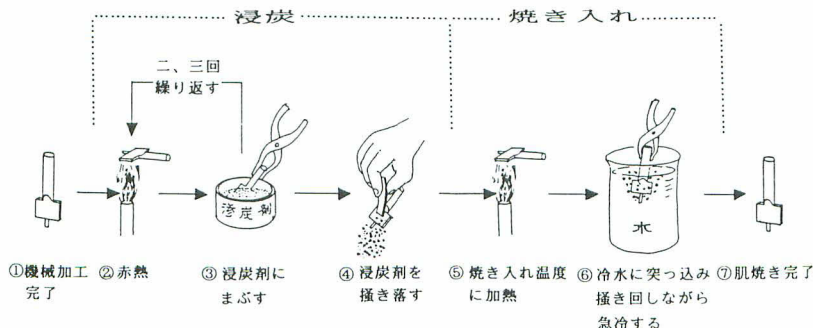



図22-12

肌焼きの操作

図22-12は全工程の図解です．加熱道具はすべて前と同じです．図中の番号を追って説明します．①機械加工が終わった刃物は(なまの間に)切れ刃を充分に仕上げて完成した形にします．次に浸炭ですが，浸炭剤はくっつきにくい粉末なので②工具を赤く加熱して③浸炭剤に突っこんでまぶします．特に刃物の切れ刃や鋭いエッジにはつきにくいので，②③を二三回繰返してコッテリとつけないと失敗します．加熱の際，バーナーの強い焔(ほのお)をいきなりあてると浸炭剤が吹き飛ばされますから最初は静かに加熱し，浸炭剤が融けてガラス状になったら強くします．赤熱温度で保持する間に炭素がしみこむのですが，その深さは保持時間に比例します．小工具でも赤熱時間の合計が最低15分ぐらいは必要です．

いよいよ焼き入れです．④熱をさまし，真鍮板の小片で浸炭剤をかき落してきれいにします(刃面をヤスリなどで削ってはなりません)．⑤焼き入れ温度に上げて，工具鋼の場合と同様に⑥急激に冷水に突っこんで焼き入れをします．⑦これで完了です．前に述べたように，刃を研ぐと焼き入れ層がなくなってしまうのでこのままで使うのです．外観はあまりきれいではありませんが，切れ味には関係ありません．

焼きが入ったかどうかを確かめるには，前と同じく，差し支えのない場所をヤスリで軽くこすって滑り具合で判断します．焼き入れ層の深さを知りたければ，同じ材質でほぼ同じ寸法のテストピースを用意して同時に浸炭と焼き入れをし，折って切り口を観察して判断します．

鉄パイプの中に工作物を入れて隙間を浸炭剤で充填し，耐火粘土で目バリをして丸ごと加熱することにより，空気を遮断した状態で肌焼き入れをする方法もあります．

選択的焼き入れ

もうおわかりのように，浸炭剤の付いていない場所には焼きが入りませんから，初めから場所を選んで付けておけば，自由に焼きの入らない部分を作ることができます．例えば図22-13の上のような回転軸を作るとします．軸の中央部やねじ部分

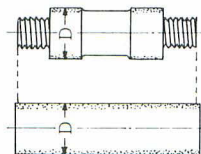



図22-13

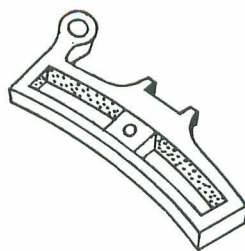



図22-14

には焼きが入らない方が都合が良いので，直径Dの軸受部分だけに入れたいのです．そこでD部分だけに浸炭剤を付けて上のように焼き入れすれば良いわけです．または図下のように棒全体にひとまず浸炭した後，焼き入れ前に不要部分を削り落します．

図22-14はライブ模型蒸気機関車を製作された方ならよくご存じの，蒸気バルブを作動させるための加減リンクです．長さは数センチで，厚さ3〜6mm程度の鋼板で作ります．弓形の長い溝に図中央の四角い滑り子がピッタリはまっていて高速で滑りますので，摩耗を減らすために焼き入れします．細い上に形が非常に複雑なので，焼きの入る高炭素鋼板を使うと焼き入れ歪(ひずみ)がひどくてこずります．しかし，板全体に焼き入れる必要はなく図の点々で示した場所だけでよいのですから，焼きの入らない普通の軟鋼板で作って，溝に浸炭剤を詰めこんで肌焼き入れすればよいのです．まったく歪が出ないわけではありませんが，全体に焼きを入れる場合に比べると問題にならぬほどわずかですみます．

このテクニックは普通の丸ごとの焼き入れでは困難な面白い利用の道があり，形が複雑な品物の焼き入れにはとくに適当です．

参　考　文　献（順不同）

著者(敬称略)	書籍名	発行所
鈴木　信也	工作機械と工具	理工学社(1962)
長谷川　稔	機械材料	理工学社(1971)
福田　力也	旋盤作業法	理工学社(1972)
	全日本機械工具標準型録	全日本機械工具商連合会(1970)
	技能ブックス(3)旋盤のテクニシャン	株式会社大河出版(昭46)
	Manual of Lathe Operation	Clausing Corp. Kalamazoo,Mich. (1980)
L.H.Sparley	The Amateur's Lathe	Model & Allied Publications Ltd. (1974)
Ian Bradley	The Amateur's Workshop	Model & Allied Publications Ltd. (1971)
Ian Bradley	Myford ML7 Lathe Manual	Model & Allied Publications Ltd. (1973)
L.C.Mason	Using The Small Lathe	Model & Allied Publications Ltd. (1973)
Tubal Cain	Milling Operations in The Lathe	Argus Books Limited
Tubal Cain	Hardening, Tempering & Heat Treatment	Argus Books Limited(1984)
Ivan Law	Gears and Gear Cutting	Argus Books Limited
R.H.Smith	Advanced Machine Work	Published in 1925 by Industrial Education Book Co.. Reprinted .by Lindsey Publications, Bradley IL.(1984)

雑誌名	発行所
Model Engineer	Percival Marshall & Co. Ltd. Model & Allied Publications Ltd. Argus Specialist Publications

このほかにライブスチーム関係の書籍，雑誌もふくめて多数の文献を参考にさせていただきましたが割愛し，主なものだけを挙げました.

付録　I　工場用語，機械工具名一覧

知っていると都合が良いと思われる，よく使われる工場用語，およびあまりなじみのない工具名を選んで収録しました．

ア	
アカ	銅のこと．色が赤いからついた略称と思われる
アクメねじ	台形ねじの名称．旋盤の親ねじやバイス等，力がかかる場所に使われる
上げタップ	仕上げタップの略称．3本1組タップのうち，尖端までねじが切ってあり，穴の底までねじを切るのに使う
アンビル	金床
アリ溝	上下の滑り面をV字形に嵌め合わせて精度よく滑らせる結合構造．旋盤の横送り台と往復台の結合など，工作機械や測定器に使われる
イ	
イケール	ペンガラスとも呼ばれるアングル型のスタンドで，ケガキ作業に使う
糸面（をとる）	ごくわずかに稜線(カド)を落して滑らかにすること
イバリ(又はバリ)	鋳物の面やカドにはみ出した不要な突起
Eリング	軸の溝にはめて，部品が軸から抜けるのを防ぐ簡単なリング．形がE字に似ているのでこう呼ばれる
インデックス	機械工業では割り出し盤または等分目盛を指す
ウ	
ウイットウオース	インチ系ねじの規格
ウエス	部品や機械を拭くボロ布
内パス	内径を測るコンパス形の道具
ウッドラフ・カッター	キー溝カッターのこと
エ	
エルボ	パイプや棒を直角に結合するのに使うL形の継手
オ	
オシャカ(になる)	仕損ない(になる)．不良品(になる)
オトシ	①ハーフナットの俗称．ほとんどのミニ旋盤には付いていない．②ベッドの切り落し．第1章図1-6参照
帯ノコ，帯ノコ盤	「バンドソー」の項を参照
カ	
ガスケット	隙間をふさぐパッキングで，高温度に耐える材料で作られる．エンジン部品の継ぎ目などに使う
片口スパナ	ナットを回す工具で，柄の片方だけにアゴがあるもの
片パス	脚の片方が針状になっていて，円の中心を求めるのに使う．第8章参照
カチこみ(カチこむ)	機械部品の結合法で，たたいて押しこむ，または力を加えて押しこむこと．正式には圧入という
カップホイール	カップ形の砥石．お椀形の砥石
カップリング	軸をつぐ接手．簡単なフランジ型から，軸の回転中心を保つように工夫した複雑なものまでいろいろある
ガンドリル	非常に深い穴をあけるドリル
キ	
キ	真鍮材のことを「キ」と書くことがある．銅をアカというように，多分，

	黄色から来た略語と思われる
キー	回り止めの小さな角材．軸と車輪(または歯車，溝車等)の回り止めのために両者に掘られた溝に挿入する小さな金属材．半月形のものもある
キー溝カッター	キーをはめる溝を掘るための，円板形で柄の付いたカッター．18章参照
キサゲ(キシャゲ)	スクレーパー．互いにすれ合う部分の精度を出すため，平面や軸受面をまんべんなく削り取る手工具．きわめて小さい無数の凹みができ，これが油溜めの役目をする．工作機械の滑り面のもっとも良い仕上げ加工法である
ギムネ	木工用の穴あけ道具．クランク形で手回しで使う
キリコ(切り子，切り粉)	金属を削った削り屑
キャッスルナット	背が高く，西洋の城の形に似た切りこみがあり，緩み止めなどの細工ができるナット
キャップボルト	「六角穴付きボルト」を参照
ク	
くい切り	針金を切る挟．ニッパーと同じ目的の道具
クリックボール	ギムネに同じ
黒皮（クロカワ）	鋳物や鋼材がかたち作られたときの表面
ケ	
ケレ	「ドッグ」を参照
嫌気性接着剤	空気を遮断すると固まる接着剤．工業的に広く使用されている．用途に従って多くの種類がある
コ	
光明丹(こうみょうたん)	酸化鉛の微粉末で，鉛丹とも呼ばれる．防錆塗料，蓄電池の電極剤，鏡の裏引き剤，ガラスの顔料など，非常に広く用いられる
コンターマシン	刃を随時に切断，溶接して板のくり抜き仕事ができる帯ノコ盤
サ	
先タップ(サキタップ)	３本１組タップのうちの一番タップの略称．案内部がもっとも長く，最初に使用するのに適した形である
皿もみ	ねじ頭を沈めるためにねじ頭の角度に合わせて皿形に穴を掘ること．錐の先で加工する専用の工具もある．カウンターシンクともいう
三本ロール	平行な３本のローラーの間に金属板を通して円筒に丸めたり，部分的な円筒状に曲げる折り曲げ機
サーキュラーテーブル	フライス盤に取付けて工作物を回しながら削る円テーブル
シ	
Ｃリング	Ｅリングと同じように使われ，軸にはめた滑車などが抜けないように止めるＣ形の金属リング
尺立て（シャクタテ）	物差し（スケール）を垂直に立てる台．ケガキ作業に使う
シャコ万	加工中に工作物が動かないよう一時的に締める手持ち万力．Ｇ字の形をしている
ジャコブス テーパー	工具や機械類のテーパー規格で，モールステーパー，ナショナルテーパーなどとともに広く使用されている
ジャミナツ	締めたナットの緩みを防ぐためにもう一つ重ねて締める，標準より薄いナット
シャンク	カッターやバイトの柄の部分．まっすぐなストレートシャンクとテーパーシャンクがある
シンクロベルト	商品名．ギザギザ付きのプラスチックベルト．最近は歯車に代わってよく使われている．タイミングベルトと呼ぶメーカーもある．一般名は歯

	付きベルトとかコグ（歯）ベルトとも呼ばれる
心（シン）が出る	回転中心がぴったり一致して回転すること
J.I.S.	ジスと読み，日本工業規格
ス	
スイベルバイス	全体を水平に回転できるバイス
スクレーパー	キサゲを参照
スケール	物差し．目盛
スコヤ	L形の直角定規．大工さんが使う指し金に相当する．ケガキや工作物の位置決めに使う．Square(スクエア，正方形，直角定規)がなまった言葉
ステッキ（を入れる）	突っ切りバイト（を切りこむ）
ストレッチ	直線定規．ストレート・エッジ（真っ直なへり）からなまった？
スピンドル	工作機械の主回転軸
スッピル	軸にはまる部品がカラ回りしないように固定するキー
スプライン	軸に縦に平行に入れた溝で，回転を伝えると同時に軸方向の動きも許す結合構造．例，自動車のクラッチ軸など
スボール	旋盤の回転式刃物台．普通4本のバイトを付けられる
すり割りフライス	ねじの頭に溝を入れるなど，幅の狭い溝を切る，目の細かい金属用丸ノコ
ズンギリ	寸切り．転造法で切った長いねじを一定長さに切断して市販されているねじ棒
セ	
セットビス	頭のない小さいねじ
センターレス	①芯がないこと．②軸心を支えずに外径を研磨できる研磨機械
ソ	
ソケットボルト	「六角穴付きボルト」を参照
ソケットレンチ	頭だけをはめ替えて各種サイズのナットに対応できるレンチ
外パス	外径を計るコンパス形の測定器
ソルダー	①半田②半田付け
タ	
タイミングベルト	「シンクロベルト」を参照
ダライコ	旋盤の削り屑（キリコ）
ダライ盤	旋盤のこと．旋盤のドイツ語のDrehbank(ドレーバンク)がなまった言葉
鍛造	高温度にした鋼材をたたいて組織を改善して丈夫にし，いろいろな形にすること
チ	
チーズ	「テイー」を参照
チェザー	ねじの姿を１回で切削できるねじ切り用刃物．普通のねじ切りバイトで切るとねじ山の頂の姿だけは削れないが，チェザーは山と谷を同時に削り出す
チゼルポイント	ツイストドリル刃先の直線部．チゼル(ノミ)と同じ形なのでこう呼ぶ
チップ（Chip）	切れ端，かけら等を意味し，削り屑あるいはキリコのこと
ツ	
ツライチ(面一)にする	段差や凹凸が無いように平らにすること．面を揃えること
テ	
テイー	棒や管をT字形に結合する接続具
テイップ（Tip）	先端，頂上などの意味で，①刃物の刃の先端部分を指す．刃先，切れ刃．②バイトの刃先に付ける小さい替え刃

テーキン	ハンマーでたたいて刻印を打つ型(ポンチ)．数字とアルファベットがある
手バイス	片手に持って使う小型のバイス
T(型)レンチ	T形の柄の先に3種類のボックスが付いたレンチ
ト	
ドッグ	回し金．ケレとも呼ばれる．両センターで支えた工作物を駆動するために工作物の左端に締め付ける金具
トースカン	第8章を参照
ドリフト	テーパーソケットに挿入した工具を抜き取るクサビ形の道具
ドリルロッド	炭素工具鋼の丸棒．第21章を参照
トルクレンチ	締め付け力を一定にするレンチ
トレパニング	材料を丸くくりぬくこと．丸く繰り抜くカッターをトレパンカッターともいう
ナ	
ナカゴ（中子）	鋳造品の内部を空洞にするための鋳物の型
中タップ	ねじ切りの章を参照
長ねじ	「ズンギリ」を参照
波目ヤスリ	普通のヤスリのような交差目でなく打ち寄せる波のように平行に半円形の歯を並べて，大量に削り取ることを目的に作られたヤスリ．アルミには特に能率的
ナーリング	ローレット．またはローレットをかけること．第14章を参照
ニ	
二番	カッターの切れ刃の裏面を工作物の面からすかす逃げ面．このように削り落すことを「二番を取る」という
ニップル	グリースまたは油を圧入するための小さな給油口
ヌ	
盗む，ヌスミ	主として重量やコストを下げる目的で余分な材料をえぐり取ること
ノ	
ノギス	平行なアゴを滑らせて外径や内径を測定し，副尺でさらに精密に読み取る測定器．発明者の名前(Nonius，ノニウス)がなまったもの．バーニヤ・キャリパーとかキャリパーゲージとも呼ばれる
ハ	
ハイス	ハイスピード・スチール(高速度鋼)の略．バイトの章を参照
バイス	万力
ハイトゲージ	ノギスを垂直に立てた形で，高さを計ったりケガキ線を書く道具
パッキング	①気密にするための詰め物．②隙間や高さ等を加減するために挟む板(例えばバイトの高さを加減する敷き板)
ハックソー	①往復運動タイプのノコ盤②手鋸（ノコ）
パス	コンパスのように脚を広げて寸法を計る測定器
バッタ	金属板の折り曲げ機
バーニヤ	「副尺」を参照
ハーフセンター	心押し台センターの一種．センター穴のキワまでバイトが届くよう，尖端の手前側を切り落してある
バリ	金属材料を切断，切削したときにできるマクレ．手をキズ付けるので必ず削り落しておく
バンコ	旋盤のこと．ダライ盤と同じくドイツ語のドレーバンクがなまった言葉
バンドソー	帯ノコ盤．ループ状でエンドレスのノコ歯を回し，これに材料を押し付けて切断する機械

ヒ	
平径	四角，六角棒の対辺距離．丸棒の外径に対して，六角棒はこの寸法を指定する
ピローブロック	回転軸を支える軸受台．各種のサイズで販売しており，工場設備の増設，改造などに便利である
P.C.D.	円周上にあける穴のケガキ直径または歯車のピッチ円直径．ピッチ サークル ダイアメーターの略
ヒンジ	蝶番
フ	
副尺	一目盛りをさらに細かく読み取る補助目盛．バーニヤともいう(発明者の名前 Vernier…ベルニエがなまったもの)
フラックス	ハンダ付けや銀ロウ付けの際，接着面を清浄にして接着を強固にする薬剤
フライス盤	ミーリング機のこと．ドイツ語がなまった呼称
フライス	①フライス盤の略称②フライス盤に使う円板形のカッター
フランジ	鍔(つば)
プランジャー	ポンプのピストンなどの，シリンダー内で往復運動をする軸
プーリー	滑車．ベルト車
ブリョー	振れ止め．長い工作物をくわえて回すときにベッド上に固定して工作物の右端を支える道具
フレットソー	自在ノコ．糸ノコ
Vブロック	測定や加工の際に丸棒が転がらないように支える，V形の溝のある角鋼材
ブロックゲージ	長四角形の鋼片を重ねて寸法の基準を作る測定具．非常に精度が高く高価である
ヘ	
平行クランプ	2本の角棒がほぼ平行に動くように作られた締め具．ケガキやミーリングのときに使われる
ペースト	ハンダ付けをする場所に塗ってハンダが流れやすくする，塩化亜鉛を含んだ糊状の薬剤．
ベタスコ	全体が同じ厚さに作られたスコヤ
ヘリサート	商品名．ねじの効きにくい材料にあらかじめねじこんで，効きを良くする部品(商品名)
ヘールバイト	スプリングバイトとも呼ぶ．柄の途中を逆U字形に曲げて刃先のショックを逃がして，食いこみやビビリを押えるようにしたバイト．美しい切削面が得られるが工作精度の点では注意を要する
ヘールホルダー	ヘールバイトの柄．刃先をはめ替えられるようにしたもの
ベンガラ	①すり合わせ面の検査や②精密研磨材として使われる赤色の酸化鉄の微粉末
ベンチレース	ベンチ(仕事台)の上に据え付けて使う旋盤．一般には精度の高い精密卓上旋盤をいう
ホ	
ボックスツール	ターレット旋盤につけて切削の能率を上げる複合工具．普通旋盤の心押し台にはめて使うものもある．いろいろな呼び名がある．
ホルソー	商品名．直径の大きな穴をあけるカッター(商品名)で，ノコ歯を円周に並べた形である
ボーリングヘッド	ミーリング機につけて回転し，穴径を精密に調整しながら削る穴ぐり工具．旋盤主軸につけて使うこともできる

マ	
マイクロメーター	外径や内径を測定する精度の良い測定器．普通は一目盛0.01mmであるが，副尺付きで0.001mmまで読める
マイナスねじ	頭に一直線の溝を切ったねじ．1940年頃以前はすべてこのタイプであった
マス(桝)ブロック	立方体で中空のブロック．直角度を精密に製作されていて，表面にV溝が切ってあり，定盤の上でケガキをするのに使う．用途が広い
マンドレル	回転軸
ミ	
磨き棒	冷間圧延された金属棒．寸法，形状が正確で表面もきれいなので，機械部品はほとんどこれで作られる．呼び径よりもごくわずかに直径が小さい
ム	
虫ねじ	部品を軸に固定するのに使うねじ．全体がねじ穴に沈むように作られている
メ	
目を通す	削った面の条痕をきれいに揃えて美しい表面にすること
メガネレンチ	柄の両端に多角形の穴のあるリングを付けたレンチ．六角頭のボルト，ナット用
面取り	鋭いかドを取り除くこと．糸面と違うのは，寸法が指定されて大きくとることが多い
メタルソー	金属用の丸ノコ，または丸ノコ切断機
モ	
モールステーパー	テーパー寸法の規格．19世紀にアメリカのモールスツイストドリル社が，ドリルをはめ替えたときに振れないように考え，その後世界的な規格になった
モンキーレンチ	ウオーム歯車でアゴを平行に動かして，広範囲のサイズのボルトナットに使えるレンチ
ヤ	
焼き嵌め(ヤキバメ)	穴側の部品を赤熱して膨張させ，軸は冷却して収縮させてはめ込み，常温に戻ると固く締まる接合法
ヤットコ	工作物を挟む工具．形はプライヤーに似ているが，くちばしが長く，滑り止めのギザギザがない
ヤトイ	一時的に回転軸の代わりをする仮の軸(第5章参照)
ヤンキーバイス	ボール盤用で，亀のようにべったりした形のバイス
ユ	
湯口	鋳型に溶融金属を流しこむ穴．型から取り出した鋳物に棒状の突起として残っているので切り落す
ユニオン	パイプを連結するねじ金具
ヨ	
溶接	金属どうしを部分的に溶かして接合すること．ロウ付けのようにロウを介在させないで金属自身を溶かして接合する
溶断	溶接熱源を利用して金属を溶かして切断すること
横フライス	刃物を回す軸が水平のフライス盤
ラ	
ラジアスゲージ	アールゲージともいい，曲面にあてがって半径を測定するゲージ
ラチェットスパナ	一方向のみに回るスパナ．クリックの操作で逆方向に切りかえられる
ラック	①工具や書類を整理する棚．②ラックギヤを省略してこう呼ぶこともあ

	る
ラックギヤ	直線状の歯車で，普通の円形の歯車と噛み合わせて円運動を直線運動に変換するのに使う．歯形は台形
リ	
リード	ねじが１回転で進む量．第12章参照
両口スパナ	柄の両端にアゴを作って二つのサイズのナットに対応できるスパナ
レ	
レベル	①水準器②水準面
レンチ	ナットを締めたり緩めたりするための工具．六角穴付きボルトやホロセットを回すものをＬ型レンチという
ロ	
ロクロ	陶磁器用は水平に回転する円板で，足で蹴って回すのが多いが，金属用は軸が手前に向かって水平に出ており，簡単なコレット状のチャックで工作物をくわえて動力で回し，手に持った挾み形の刃物で削る．これらが発達して旋盤になった
六角穴付きボルト	頭部に六角穴のあるボルト．六角棒形のレンチでまわす．締まる力が強く且つ場所を取らないので機械の組立用に広く使われる．ソケットボルトとか，俗称キャップボルトとか呼ぶ
ロウ付け	ロウ(銀ロウ，真鍮ロウ，鉄ロウなど)を高温で融かして金属どうしを接合する方法．ハンダ付けに較べると接合力が格段に強く，耐熱性も高いのでボイラーなどの高温器具に使われる
ローレット	丸棒の表面にギザギザをつけて滑り止めにする加工法，または加工された状態．第14章参照
ワ	
割り出し	円周や一定の長さの直線を等分割すること．第17章参照
割りピン	挿入してから広げて抜けないようにできる二又のピン

索　　引

あ と が き

長年の研究開発業務と趣味の模型作りから「物作り」の面白さと奥深さを知り，これを少しでも多くの方々に味わっていただきたいとの願いもこめてまとめてみました．思いのほか長い年月を費やし，その間「はじめに」の文中に挙げました多くの方々のお世話になりました．こうした惜しみないご援助と激励がなければ完成しなかったかも知れないことを思い，お蔭を痛感している次第です．ここに改めて厚くお礼申し上げます．

いわゆる生産現場の経験が少ないので，その関係の知識は不充分ですが，自分なりの努力と工夫で得たもののほかに，若い頃に現場技術者や職人さん達から教わったテクニック，それと，機械工作と結び付いたホビーでは数十年の先進国である欧米の書籍や雑誌から吸収した知識，などが混ざりあって一つになっています．いろいろなケースを思い起こしながら，工作例をあげましたが，そのほとんどすべてについて改めて再実行して確認しながら，なるべく普遍的に記述したつもりです．しかし読み返してみると，手元に残っている資料や写真の関係もあって模型工作に偏ってしまった上に，独断と偏見の誹りを受ける個所も多々ありそうで汗顔のいたりです．どうかご容赦のほどお願いいたします．

この１冊を通して，今まで旋盤に近づくことをためらっておられた方々に機械工作の面白さを知っていただき，すでにお使いの方々にもさらに多くの可能性をご提供できれば望外の喜びです．なお，表題は「ミニ旋盤」としましたが，ねじ切りのメカと手法を除けば一般の小型旋盤をお使いの方々にもそのままご利用いただけるはずです．

著者略歴

久島諦造（くしま　ていぞう）
1921年生まれ．大阪帝国大学工学部卒業．大学助手，医療X線機器メーカー，カメラ会社などを経て，現在に至る．幼時から「子供の科学」などを愛読して，写真，模型作りに熱中．オーディオ，ライブスチームのマニア．

検印省略　NDC 532.1

ミニ旋盤を使いこなす本

1990年9月29日　発　行
2011年4月1日　第15刷

著　者　久　島　諦　造
発行者　小　川　雄　一
発行所　株式会社誠文堂新光社
〒113-0033 東京都文京区本郷3-3-11
（編集）電話 03-5800-3615
（販売）電話 03-5800-5780
http://www.seibundo-shinkosha.net/
印刷　広研印刷㈱
製本　㈱ブロケード

ISBN978-4-416-39031-3

付録II　回転速度計算尺

回転数（r.p.m.）

30　40　50　60　70　80　90　100　150　200　300　400　500　600　7　8　9　1000　1500　2000　3000　4000　5000

切り離す

鋳鉄
ステンレス
高炭素鋼

軟鋼
砲金
ブロンズ

銅

真鍮

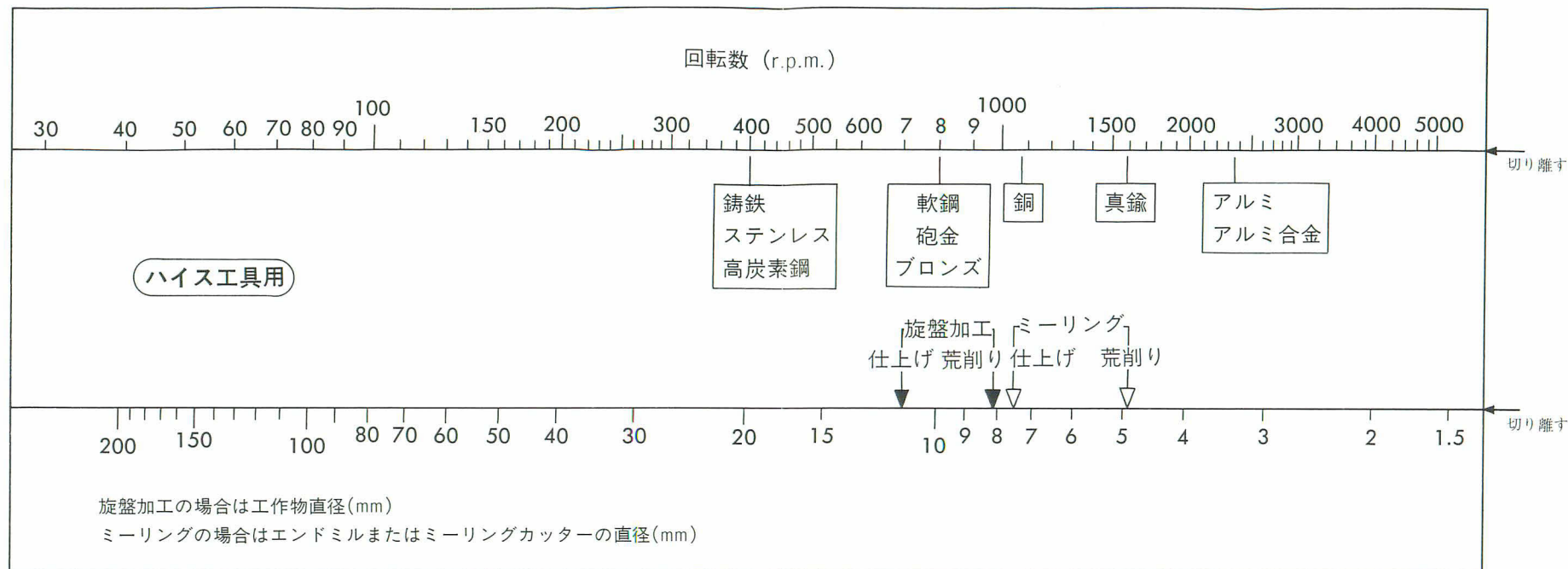
アルミ
アルミ合金

ハイス工具用

旋盤加工　仕上げ　荒削り
ミーリング　仕上げ　荒削り

200　150　100　80　70　60　50　40　30　20　15　10　9　8　7　6　5　4　3　2　1.5

切り離す

旋盤加工の場合は工作物直径（mm）
ミーリングの場合はエンドミルまたはミーリングカッターの直径（mm）

計算尺の作り方

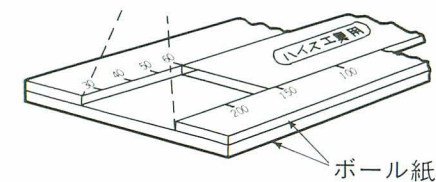
＊厚く丈夫なボール紙に貼りつけて十分乾かしてから外枠を切る．切り離し線に定規をあてて鋭利なカッターナイフで図の点線のように少し角度をつけて直線に切り離す．

＊紙の伸びを最小にするために，ノリはボール紙側だけに塗る．そして重しをして反りを防ぐ．両面テープで貼ると伸びも反りも少ない．

＊図のように，もう一枚のボール紙で裏打ちする．

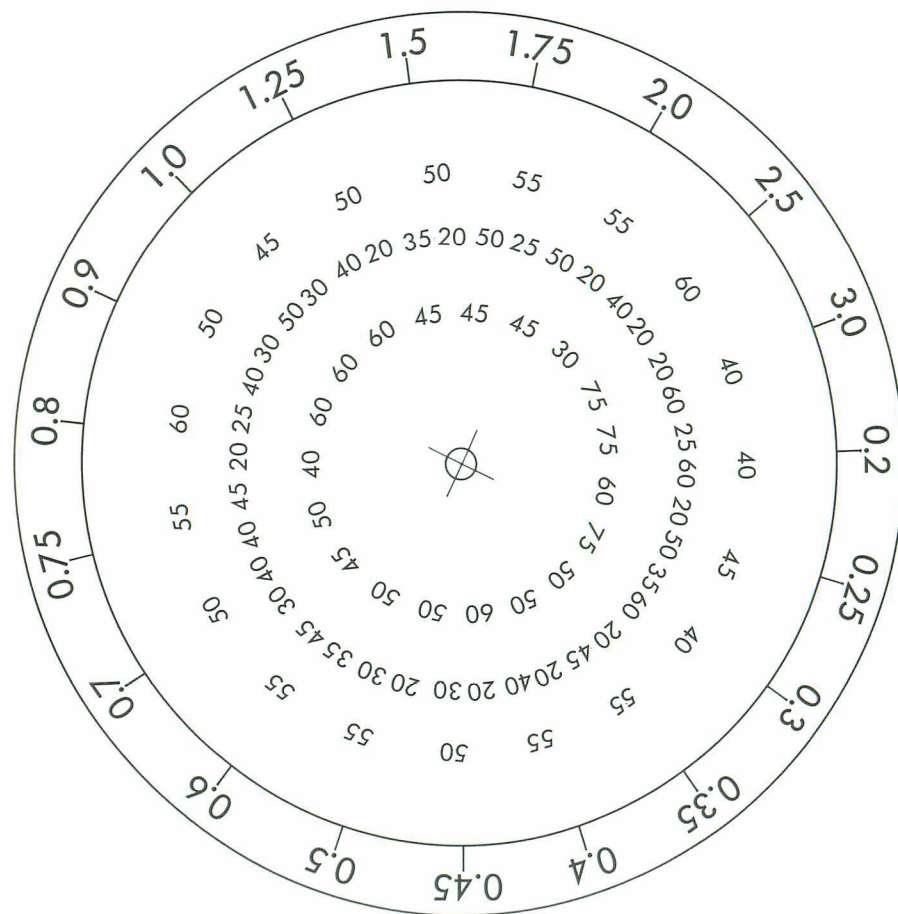
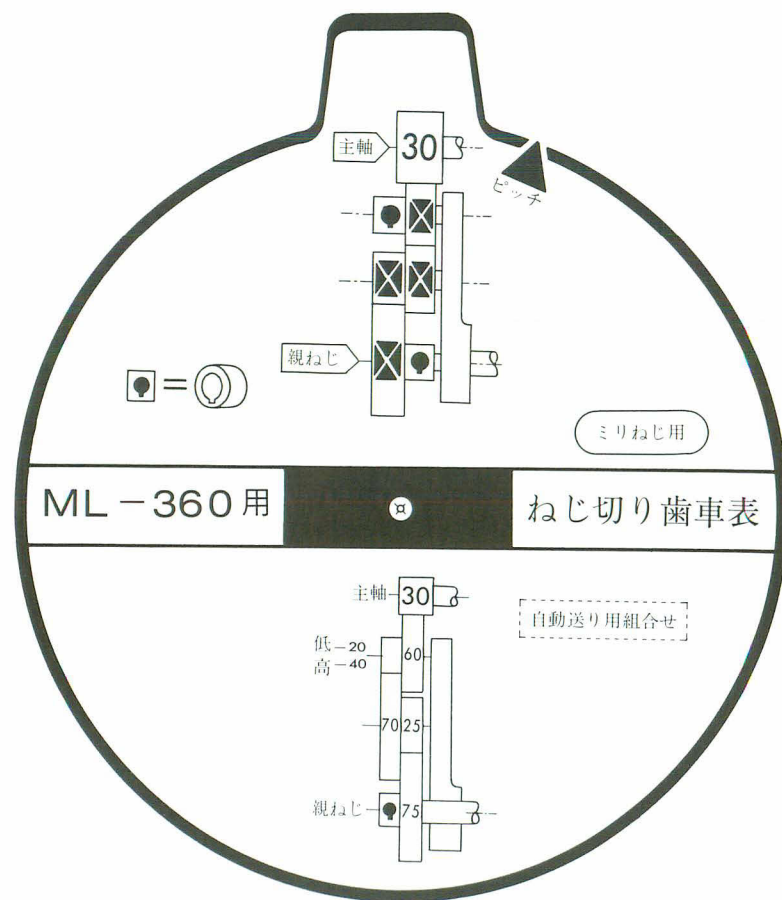
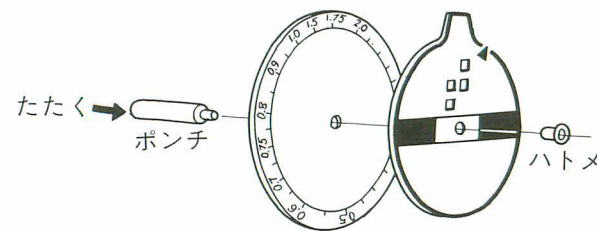
使い方

旋盤加工……スライダーを動かして黒三角のいずれかを工作物直径に合わせ，材質に対する目盛を読む．例…荒削り，工作物直径20mm，軟鋼…320回転．

ミーリング…スライダーを動かして白三角をエンドミルまたはカッター直径に合わせ，材質に対する目盛を読む．例…仕上げ削り，エンドミル直径8mm，真鍮…1500回転．

付録III　ねじ切り用　替え歯車早見盤(ML-360用)

図を切り抜いて厚いボール紙に貼りつけ，十分に乾いてから鋭利なカッターナイフまたは彫刻刀で☒印の窓と中心穴をあけ，ハトメで止めるとできあがりです．右上の三角を円周上のピッチ目盛に合わせますと窓に替え歯車の歯数が現れますから，図の通りに歯車をはめて組立ます．自動送り用の組合せは下の図の通りです．

たたく
ポンチ
ハトメ

1.5　1.75　2.0　2.5　3.0　0.2　0.25　0.3　0.35　0.4　0.45　0.5　0.6　0.7　0.75　0.8　0.9　1.0　1.25

ISBN978-4-416-39031-3

C2053 ¥4100E

定価 本体4100円 ＋税

アマからプロまで

ミニ旋盤を使いこなす本